

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Samer Tomelieh**

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.

Student:

Samer Tomelieh

Zagreb, 2017.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću na savjetima, objašnjenjima i stručnoj pomoći u pisanju ovoga rada.

Želim se zahvaliti svojoj obitelji što su mi omogućili studiranje na željenom fakultetu i bili potpora kroz cijeli studij i podržavali me u svim situacijama na koje sam naišao tokom studiranja.

Također, zahvaljujem se svim kolegama koji su bili uz mene tokom studija.

Samer Tomelieh



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur. broj:	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Samer Tomelieh**

Mat. br.:0035187941

Naslov rada na  
hrvatskom jeziku: **Upravljanje rizicima u poduzeću**

Naslov rada na  
engleskom jeziku: **Risk Management in the Company**

Opis zadatka:

Rizici su sastavni dio poslovnih i proizvodnih procesa bilo kojeg poduzeća. Mogu biti tehnički, financijski, energetski, projektni, informatički, strateški i drugi. S obzirom na navedene vrste rizika, mjesta njihovog pojavljivanja može biti bilo koja funkcijska jedinica u poduzeću (proizvodnja, održavanje, konstrukcija, logistika, prodaja, nabava...). Menadžment poduzeća posebnu pažnju treba posvetiti onoj vrsti rizika čija pojava može štetno djelovati na resurse poduzeća. U literaturi se može pronaći veliki broj različitih metoda i metodologija za određivanje numeričkih vrijednosti pojedinih rizika u poduzeću.

U radu je potrebno:

- definirati pojam rizika te napraviti detaljnu sistematizaciju svih vrsta rizika koji se javljaju u proizvodnim i uslužnim poduzećima
- sistematizirati metode i metodologije za analizu i upravljanje rizicima
- na proizvoljno odabranom poduzeću i poslovnoj funkciji primijeniti jednu od metoda iz prethodne točke
- razviti programsku podršku za izračun vrijednosti rizika i njihovim upravljanjem u realnim uvjetima
- postaviti sustav digitalnog prepoznavanja i upravljanja rizicima u poduzeću
- komentirati dobivene rezultate.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

11. svibnja 2017.

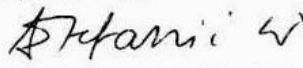
Rok predaje rada:

13. srpnja 2017.

Predviđeni datum obrane:

19., 20. i 21. srpnja 2017.

Zadatak zadao:

  
Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednica Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS KRATICA .....	V
1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O RIZICIMA .....	2
2.1. Definicija rizika .....	3
2.1.1. Rizik .....	3
2.1.2. Prilika .....	4
2.1.3. Razmišljanje na temelju rizika .....	5
2.2. Pomoćni pojmovi vezani uz rizik .....	7
2.2.1. Neizvjesnost .....	7
2.2.2. Opasnost.....	9
2.2.3. Opasan poduhvat .....	10
2.2.4. Neposredan uzrok .....	10
2.2.5. Vjerojatnost da se šteta dogodi.....	11
2.2.6. Štetni događaj.....	12
2.2.7. Šteta .....	13
2.3. Vrste rizika .....	15
2.3.1. Vrste poslovnih rizika.....	18
2.3.2. Vrste rizika uzrokovanih događajem .....	21
2.3.3. Tipovi čistog rizika.....	23
3. UPRAVLJANJE RIZICIMA.....	25
3.1. Ciljevi upravljanja rizikom.....	30
3.2. Norme za upravljanje rizicima – ISO 31000.....	34
3.2.1. Principi norme ISO 31000.....	35
3.2.2. Okvir norme ISO 31000 .....	36
3.2.3. Proces norme ISO 31000.....	38
4. ANALIZA RIZIKA .....	42
4.1. Pristupi analizi rizika .....	42
4.2. Koraci analize rizika .....	44
4.3. Metode za procjenu rizika .....	46
4.3.1. PHA (eng. Process Hazard Analysis) metoda.....	48
4.3.2. HAZOP (eng. Hazard and Operability Study) metoda .....	48
4.3.3. FTA (eng Fault Tree Analysis) metoda.....	49
4.3.4. Delphi-tehnika .....	49
4.3.5. Kontrolne liste (eng. checklists).....	49
4.3.6. HRA (eng. Human Reliability Assessment) metoda.....	49
5. FMEA ANALIZA .....	50
5.1. Povijesni razvoj .....	50

5.2. Karakteristike, ograničenja i područja primjene .....	51
5.3. Koraci FMEA analize .....	53
5.4. Primjena FMEA analize na teorijskom primjeru .....	56
6. PRIMJENA FMEA ANALIZE UNUTAR ORGANIZACIJE .....	58
6.1. Opće informacije o Općoj bolnici „Hrvatski ponos“ .....	58
6.2. Primjena FMEA metodologije u bolnici .....	62
6.2.1. Kotlovsko postrojenje .....	63
6.2.2. Kompresorsko postrojenje .....	67
6.2.3. Kisikana za medicinske plinove .....	72
6.2.4. Agregatsko postrojenje .....	77
6.2.5. Dizala i biološki uređaji za pročišćavanje voda .....	79
6.3. Analiza rezultata FMEA analize .....	80
6.3.1. Prijedlozi poboljšanja za službu održavanja .....	83
7. INFORMACIJSKI SUSTAV ZA FMEA ANALIZU .....	85
7.1. Općenito o sustavu digitalnog prepoznavanja .....	85
7.2. Baza podataka informacijskog sustava .....	86
7.3. Korisničko sučelje informacijskog sustava .....	87
8. ZAKLJUČAK .....	95
LITERATURA .....	96

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Matrica procjene rizika prema FAA AC25.1701 [4] .....	6
Slika 2.	Razlika između rizika i neizvjesnosti [2] .....	8
Slika 3.	Stupnjevi (ne)sigurnosti kod rizika i neizvjesnosti [3] .....	8
Slika 4.	Podjela uzroka štetnih događaja [2] .....	12
Slika 5.	Podjela rizika na čiste i špekulativne [6] .....	15
Slika 6.	Vrste poslovnih rizika [2].....	19
Slika 7.	Proces upravljanja rizicima [9].....	26
Slika 8.	Osnovni ciljevi upravljanja rizikom [2] .....	32
Slika 9.	Sastavnice ISO 31000 norme .....	35
Slika 10.	Okvir ISO 31000 norme .....	36
Slika 11.	Proces ISO 31000 norme .....	38
Slika 12.	Koraci FMEA analize .....	55
Slika 13.	Pojednostavljeni sustav motora s unutarnjim izgaranjem.....	56
Slika 14.	Makrolokacijski položaj Opće bolnice „Hrvatski ponos“.....	59
Slika 15.	Mikrolokacijski položaj Opće bolnice „Hrvatski ponos“ .....	59
Slika 16.	Opća bolnica „Hrvatski ponos“ [21] .....	60
Slika 17.	Organizacijska shema bolnice .....	62
Slika 18.	Prikaz zatvorenih kotlova u kotlovskom postrojenju .....	64
Slika 19.	Prikaz otvorenih kotlova u kotlovskom postrojenju.....	64
Slika 20.	Glavni bojler u kotlovskom postrojenju .....	65
Slika 21.	Kompresor za visokokomprimirani medicinski zrak (10 bar).....	68
Slika 22.	Kompresor za niskokomprimirani medicinski zrak (5 bar) .....	69
Slika 23.	Spremnik za komprimirani zrak.....	70
Slika 24.	Razvodni sustav za dušični oksidul .....	73
Slika 25.	Razvodni sustav za kisik .....	74
Slika 26.	Spremište baterija dušičnog oksidula .....	75
Slika 27.	Dizel električni agregat .....	78
Slika 28.	Histogram rezultata FMEA analize .....	81
Slika 29.	Početni prozor korisničkog sučelja .....	88
Slika 30.	Izbornik informacijskog sustava .....	88
Slika 31.	Prikaz zaposlenika .....	89
Slika 32.	Unos novih zaposlenika u bazu podataka .....	90
Slika 33.	Prikaz odjela unutar tehničke službe.....	90
Slika 34.	Prikaz sustava unutar odjela tehničke službe.....	91
Slika 35.	Prikaz analize rizika za pojedine sustave .....	91
Slika 36.	Prikaz zahvata tehničke službe .....	92
Slika 37.	FMEA lista 1 .....	93
Slika 38.	FMEA lista 2 .....	93
Slika 39.	Prikaz ispunjene FMEA liste .....	94

**POPIS TABLICA**

Tabela 1. Metode za procjenu pouzdanosti procesa upravljanja rizicima [15] .....	48
Tabela 2. FMEA analiza [20].....	53
Tabela 3. FMEA analiza rada motora s unutarnjim izgaranjem .....	56
Tabela 4. FMEA tabela za kotlovsko postrojenje .....	66
Tabela 5. FMEA tabela za kompresorsko postrojenje .....	71
Tabela 6. FMEA tabela za kisikanu za medicinske plinove.....	76
Tabela 7. FMEA tabela za agregatsko postrojenje .....	78
Tabela 8. Rezultati FMEA analize .....	80



## POPIS KRATICA

EWIS (eng. *Electircal Wire Interconnect Systems*) - sustav električnih mreža

PHA (eng. *Process Hazard Analysis*) – analiza procesa opasnosti

HAZOP (eng. *Hazard and Operability Study*) – studija opasnosti

FTA (eng. *Fault Tree Analysis*) – analiza stabla pogreške

ETA (eng. *Event Tree Analysis*) – analiza stabla događaja

HAZAN (eng. *Hazard Analysis*) – analiza opasnosti

FMEA (eng. *Failure Modes and Effects Analysis*) – analiza grešaka i njihovih utjecaja

BIA (eng. *Business Impact Analysis*) – analiza utjecaja na poslovanje

RCA (eng. *Root-Cause Analysis*) - analiza korijena uzroka

HRA (eng. *Human Reliability Assesment*) – procjena ljudske pouzdanosti

RCM (eng. *Reliability Centered Maintenance*) – održavanje bazirano na pouzdanosti

MCDA (eng. *Multi-Criteria Decision Analysis*) – višekriterijalna analiza odluka

ERP (eng. *Enterprise Resource Planning*) – integrirani informacijski sustav za podršku u poslovanju

## SAŽETAK

Tema ovog diplomskog rada je analiza rizika unutar organizacije pomoću metodologije analize grešaka i njihovih utjecaja tzv. FMEA (eng. *Failure Modes and Effects Analysis*) analize. Rad je podijeljen u poglavlja u kojima se hijerarhijski pokazuje proces inicijalnog poznavanja rizika sve do primjene FMEA analize. Rad se sastoji od šest poglavlja: Općenito o rizicima, Upravljanje rizicima, Analiza rizika, FMEA analiza, Primjena FMEA analize unutar organizacije te Informacijski sustav za FMEA analizu.

U uvodnom i zaključnom poglavlju objašnjava se problematika procesa analize rizika te se daju razlozi implementacije procesa upravljanja rizicima u organizaciji i komentari rezultata provedene FMEA analize u organizaciji.

Ključne riječi: rizik, analiza, upravljanje rizicima, FMEA analiza, analiza rizika

## 1. UVOD

U današnjici, gotovo svaka organizacija teži prema optimizaciji poslovnih procesa i povećanju kvalitete vlastitih poslovnih procesa, proizvoda ili usluga. Pri tome, u svakom poslovnom procesu javljaju se određeni rizici koji mogu imati negativne, ali i pozitivne utjecaje na procese te stoga mogu učinkovitost procesa povećati ili smanjiti. Organizacije se bore sa pojavom takvih rizika te ih nastoje umanjiti različitim metodama. Upravljanje rizicima danas nije samo teorijsko područje već se rizicima upravlja svakodnevno u gotovo svim organizacijama. Iz tog razloga, razvijene su i različite metode koje organizacijama olakšavaju proces smanjenja rizika te povećanja vrijednosti poslovnih procesa.

Za uspješan proces upravljanja rizicima nužna je kvalitetna analiza rizika u organizaciji. Postoje razne metode analize rizika, od kojih se za potrebe ovog rada izdvaja metoda analize grešaka i njihovih utjeca na sustav tzv. FMEA (eng. *Failure Modes and Effects Analysis*) analiza koja vrlo dobro može analizirati greške u tehničkim sustavima te rangirati sustave prema kvantitativnoj vrijednosti njihovih rizika. Metodologija se bazira na ispunjavanju FMEA tabela te određivanju općeg pokazatelja rizika pomoću formula za izračun rizika. Prema vrijednosti općeg pokazatelja rizika oni se zatim klasificiraju u tri kategorije te se prema kategoriji određuju zahvati koji će se primijeniti s ciljem smanjenja rizika.

Kao praktični dio diplomskog rada, provedena je FMEA analiza unutar tehničke službe Opće bolnice „Hrvatski ponos“ u Kninu gdje je izvršena analiza na makrorazini sustava unutar šest odjela: kotlovskog postrojenja, kompresorskog postrojenja, kisikane za medicinske plinove, agregatskog postrojenja, liftova za prijevoz pacijenata i bioloških uređaja za pročišćivanje vode. Za svaki od odjela izvršena je analiza te su prikazani rezultati unutar FMEA tabele, pri čemu su na kraju analizirani dobiveni rezultati.

S obzirom na trendove digitalizacije poslovnih procesa, za potrebe tehničke službe razvijen je i informacijski sustav koji korisnicima tehničke službe olakšava unošenje procesa održavanja sustava te automatski ispunjava FMEA tabele i izračunava opći pokazatelj rizika. Informacijski sustav zamišljen je kao sustav koji prikuplja podatke u sljedećih godinu dana rada službe, nakon čega će se implementirati dodatni sustav za prediktivnu analitiku koji će korisnicima tehničke službe pružiti važnu podršku u procesu donošenja odluka.

## 2. OPĆENITO O RIZICIMA

Rizik je uvijek predstavljao potencijalnu opasnost gubitka nečega što ima vrijednost. Podrijetlo riječi *rizik* se različito navodi u različitim literaturama. Prema [1], potječe iz srednjovjekovne Italije i znači opasnost, štetu ili smion pothvat, dok prema [2] potječe iz španjolske riječi „*risco*“ što znači opasnost koja prijeti brodovima. Međutim, oba izvora imaju zajedničko da se već u srednjem vijeku rizik sve više vezao uz vjerojatnost, što je predstavljalo veliki napredak poznavanju rizika i njegovom upravljanju. Svrha upravljanja rizicima je povećanje vjerojatnosti da će organizacije ostvariti svoje ciljeve kroz upravljanje prijetnjama i nepovoljnim situacijama te da će biti spremne iskoristiti mogućnosti koje se mogu pojaviti.

Zbog sve veće razvijenosti matematike krajem srednjeg vijeka, a posebice razvoja matematičkih izračuna očekivanja, svoju primjenu nalaze u igrama na sreću, osiguranju i poslovnim odlukama. Prema [1], temelje teorije vjerojatnosti postavili su Pierre de Fermat i Blaise Pascal sredinom 17. stoljeća. Rizik u proučavanju ekonomskih aspekata prvi opisuje švicarski fizičar Daniel Bernoulli u svom eseju iz 1738. godine u kojem uvodi pojam korisnosti ishoda odluke za koju tvrdi da je subjektivna i da se odnosi na procjenu subjektivne vrijednosti (korisnosti) za donositelja odluke, a ne svodi se samo na proračun vjerojatnosti.

U sedamdesetim godinama prošlog stoljeća psiholozi su se upustili u proučavanje prosuđivanja u ekonomskom odlučivanju. Amos Tversky i Daniel Kahneman oblikovali su teoriju očekivanog izbora, te pokazali da reakcije ljudi u stvarnosti ne slijede pretpostavke ekonomske teorije, već ljudi donose odluke u skladu s dostupnim informacijama i vlastitim prioritetima. Kahneman i Tversky za primjere upotrebe rezultata teorije očekivanog izbora obično uzimaju marketing i koriste primjer stimuliranja kupaca na kupnju gotovinom umjesto karticom. Kupcima se kaže da imaju popust na gotovinu, a ne taksu na kreditnu karticu. Većina se odlučuje za popust na gotovinu, budući da gubici izgledaju veći od dobitaka.

Bez obzira što teorija očekivanog izbora ne nudi precizan matematički model za predviđanje odluke koju bi pojedinac mogao donijeti u uvjetima rizika i neizvjesnosti, ona omogućava predviđanje hoće li pojedinac donijeti rizičniju ili sigurniju odluku i odrediti svoju ishodišnu točku te domenu odluke na temelju efekta označavanja.

Rizik je u svakodnevnicu neizbježan te ljudi uvijek trebaju biti spremni na suočavanje s različitim rizicima bez obzira na njihovu okolinu. Rizici na poslu, u obitelji, u sportu, u

planiranju projekata, investiranju ili konstruiranju različitih strojeva uvijek su sveprisutni i nikada se ne bi trebalo zanemariti njihovo postojanje. Iako su ljudi svjesni njegova postojanja, često se ne bave njegovim suzbijanjem već samo posljedicama. Razlog tome je što u nekim situacijama suzbijanje rizika je dugotrajan, skup i gotovo neizvediv postupak koji se često ne može ekonomski opravdati. Opravdanija opcija je priprema na posljedice koje ti rizici donose. U svakodnevnom životu neke je rizike vrlo teško prepoznati zbog manjka informacija, no u današnjoj okolini gdje je komunikacija s ljudima, objektima ili strojevima ubrzana, a količina informacija o stanju pojedinih objekata ili strojeva velika, moguć je ubrzani razvoj matematičkih modela, mjerenja i kvantifikacija rizika koji uvelike olakšavaju pripremu na posljedice koje oni donose.

## 2.1. Definicija rizika

Prije upuštanja u proučavanje rizika potrebno je definirati sve pojmove koji se mogu pojaviti prilikom proučavanja. Pojmovi korišteni pri opisivanju rizika su u različitim izvorima definirani različitom terminologijom te se u svrhu ovoga rada u sljedećem poglavlju definiraju svi pojmovi koji se pojavljuju u radu.

Temeljna tri pojma kada se govori o riziku i njegovom upravljanju ili procjeni su *rizik*, *prilika* te *razmišljanje na temelju rizika*.

### 2.1.1. Rizik

U svakodnevnom govoru riječ rizik pojavljuje se u različitim kontekstima. Ekonomisti, znanstvenici, pravnici, investitori, teoretičari, sportaši ili strojarji imaju različitu percepciju i subjektivnu definiciju rizika ovisno o poslu kojime se bave. Prema tome, riječ rizik nemoguće je jednostavno definirati kako bi ona vrijedila za svaku situaciju, svaki kontekst i svako područje rada. Prema [2] riječ rizik u najširem smislu može se definirati kao promjenjivost rezultata oko neke očekivane vrijednosti pri čemu je očekivana vrijednost ishod/rezultat koji se prosječno događa dulje vrijeme u slučaju da su osoba, poslovanje ili proces izloženi uvijek istom tipu rizika.

Opća definicija rizika polazi od vjerojatnosti nastanka događaja koji će imati negativne posljedice na pojedinca, organizaciju ili društvo u cjelini. [3] Time se implicira da je rizik zapravo vjerojatnost negativnog ishoda nekog događaja, odnosno takva situacija u budućnosti koja ima više mogućih ishoda, pri čemu jedan ili više njih donosi negativne posljedice.

Norma ISO 9001:2015 definira rizik kao efekt na nesigurnost očekivanog rezultata. Koncept rizika ima tri nužna elementa: percepciju da li se neki štetan događaj zaista mogao dogoditi, vjerojatnost da će se on zaista dogoditi i posljedice štetnog događaja koji bi se mogao dogoditi. Rizik je, dakle, rezultat interakcije ova tri elementa.

Važno je napomenuti da iako riječ rizik često ima negativnu konotaciju i u velikom broju definicija u literaturi označuje nepovoljan događaj, on ne mora nužno imati negativne posljedice. Rizik ne mora nužno biti loš za pojedinca, poduzeće ili društvo u cjelini. [3] U određenim okolnostima rizik treba promatrati kao prijetnju, ali i priliku koja donosi pozitivne ishode. Primjerice, ako neka pravna osoba ima prema drugoj, stranoj, pravnoj osobi neke obveze u stranoj zemlji s različitom valutom, tada ta obveza predstavlja rizik s dva moguća ishoda. Ishodi takvog rizika ovise isključivo o jačini domaće valute prema stranoj, odnosno o padu ili jačanju domaće valute prema stranoj. U slučaju da se dogodi pad domaće valute, tada će pravna osoba morati izdvojiti veće iznose nego što je bio iznos obveze u samom početku i time dolazi do negativnih posljedica rizika odnosno do stvaranja štete. S druge strane, ako se dogodi rast domaće valute prema stranoj, tada će osoba morati izdvojiti manju količinu novaca da bi ispunila svoje obveze i time je ona na dobitku. Prema tome, može se zaključiti da ponekad isti rizici imaju dva različita ishoda od kojih jedan pozitivno utječe na poslovanje, dok drugi utječe negativno i stvara štetu.

Kvantifikacija rizika je izvediva ako je poznata distribucija očekivanih rezultata. [3] Kvantifikacijom rizika on više nije nepredvidiv događaj s određenom vjerojatnošću, već on postaje upravljiv. Rizik se nastoji kvantificirati u smislu određivanja cijene koštanja njegovih posljedica i vjerojatnosti pojavljivanja nepovoljnog događaja da bi se temeljem toga između određenih situacija mogla odabrati ona s minimalnim iznosom koštanja rizika.

Pomoću navedene tri definicije rizika iz različitih literatura moguće je zaključiti da između definicija postoje značajne varijacije u njegovom opisu. Iako se sve definicije dotiču istih temelja, one opisuju rizik prema situaciji u kojoj se on nalazi, pa je moguće zaključiti da se u osnovi pojam rizik koristi na različite načine, ovisno o tome da li se opisuje promjenjivost rezultata oko neke očekivane vrijednosti ili očekivanje novčane ili materijalne štete.

### **2.1.2. Prilika**

Kada je riječ o prilikama, one se mogu pojaviti kao rezultat situacije povoljne za postizanje očekivanog rezultata, npr. skup okolnosti koje dopuštaju organizaciji privlačenje kupaca, razvoj novih proizvoda i usluga, smanjenje otpada ili unaprijeđenje proizvodnosti i

produktivnosti. Prilike gotovo uvijek za sobom donose i određene rizike s pozitivnim ili negativnim posljedicama. Pri otvaranju novih tržišnih prilika poduzeća prije upuštanja u poslovne pothvate često ulažu puno vremena na analizu rizika koje ta prilika donosi te prema rezultatima analize donose odluku o poslovanju. Iako je analiza rizika dobar pokazatelj pri donošenju odluka, ponekad prilike koje su naizgled sigurnog pozitivnog ishoda donose, radi stohastičnosti rizika, negativne posljedice.

Primjer [1] takve prilike poslovni je pothvat Coca-Cola Company poduzeća koje je objavilo da nakon 99 godina mijenja svoj strogo čuvani recept za bezalkoholno piće kako bi ostalo konkurentno na tržištu. Istraživanje u vrijednosti četiri milijuna dolara pokazalo je da od 190 000 ispitanih, oko 61% preferira novi okus bezalkoholnog pića što je bio dovoljan indikator da se na tržište uvede novi proizvod. U svibnju 1985. Coca-Cola Company predstavila je novi proizvod te u vrlo kratkom vremenskom razdoblju doživljava neuspjeh na tržištu te su prisiljeni vratiti stari proizvod pod nazivom Coca-Cola Classic. Prilike s pozitivnim indikatorima vrlo su česte u poslovnom svijetu, no u ovakvim primjerima može se zaključiti da čak i one prilike čiji je ishod gotovo sigurno pozitivan, za sobom nose nepoznate rizike koji katkad mogu dovesti i do poslovnog kraha.

### **2.1.3. Razmišljanje na temelju rizika**

Pojam razmišljanje na temelju rizika koristio se u ranijim izdanjima normi uključujući primjerice izvršenje zaštitne mjere radi uklanjanja moguće nesukladnosti, analiziranje nesukladnosti koje se javljaju i poduzimanje mjera za sprječavanje ponavljanja koji odgovaraju učincima nesukladnosti. Takav pristup osnova je norme ISO 9001:2015 koja obuhvaća identifikaciju rizika, analizu rizika, kategorizaciju rizika, kontrolu i ponovnu procjenu.

U današnjem poslovnom okruženju, razmišljanje na temelju rizika sastavni je dio svakog poslovnog pothvata. Proizvodi koji zahtijevaju veliku sigurnost ili učinkovitost već se pri samom planiranju konstruiraju sa faktorima sigurnosti određenih prema broju, veličini i posljedicama rizika s kojima se mogu suočiti. Tipičan primjer takvih proizvoda su novije generacije zrakoplova pri čijem se konstruiranju gotovo svaka komponenta testira i određuje faktor sigurnosti i vjerojatnost nepovoljnog ishoda. Kvantificiranjem rizika svake pojedine komponente zrakoplova dolazi se do velikog broja informacija koje su ključne u održavanju takvih komponenti čime se višestruko povećava faktor sigurnosti zrakoplova u cjelini,

odnosno sigurnosti letenja. Primjer jedne od takvih komponenti su električne instalacije u zrakoplovu, EWIS (eng. *Electrical Wire Interconnect Systems*) pri čemu su električne žice samo jedna od komponenti unutar EWIS sustava. Unutar procjene rizika određuje se kombinacija vjerojatnosti rizika i ozbiljnosti posljedica ako on nastupi. Na temelju te dvije varijable izrađuje se matrica procjene rizika u kojoj se prikazuje kolika je važnost pojedinih rizika.

MATRICA PROCJENE RIZIKA				
Ozbiljnost Vjerojatnost	Katastrofalan (1)	Kritičan (2)	Marginalan (3)	Neznatan (2)
Čest (A)	Visok	Visok	Ozbiljan	Srednji
Vjerojatan (B)	Visok	Visok	Ozbiljan	Srednji
Povremen (C)	Visok	Ozbiljan	Srednji	Nizak
Slab (D)	Ozbiljan	Srednji	Srednji	Nizak
Nevjerojatan (E)	Srednji	Srednji	Srednji	Nizak
Eliminiran (F)	Eliminiran			

**Slika 1. Matrica procjene rizika prema FAA AC25.1701 [4]**

Na Slici 1 prikazana je matrica procjene rizika za električne žice unutar EWIS sustava. Ovakav tip matrice pojavljuje se u raznim literaturama koja se bave teorijom rizika pri čemu se velika važnost u procjeni rizika daje njihovoj ozbiljnosti i vjerojatnosti. Matrica je pojednostavljeni prikaz kompliciranih matematičkih modela pri čemu se rizike nastoji kvantificirati i potom odrediti njihova važnost.

Matrice poput ove često su izlazna informacija principa razmišljanja na temelju rizika pri čemu se grafičkim prikazom zaključuje o ozbiljnosti poslovnih pothvata ili novih proizvoda prije njihova izlaska na tržište. Grafički prikaz uvelike olakšava shvaćanje posljedica rizika te doprinosi skraćivanju vremena donošenja odluka.



## 2.2. Pomoćni pojmovi vezani uz rizik

Prije upuštanja u proučavanje rizika, potrebno je definirati pomoćne pojmove vezane uz rizik. Iako se u raznim literaturama koristi veliki broj različitih pojmova koji opisuju rizik, za potrebe rada definirati će se neki pojmovi koji se mogu pojavljivati kroz rad. Prema [2] to su:

- neizvjesnost,
- opasnost,
- opasan poduhvat,
- neposredan uzrok,
- vjerojatnost da se šteta dogodi,
- štetni događaj,
- šteta.

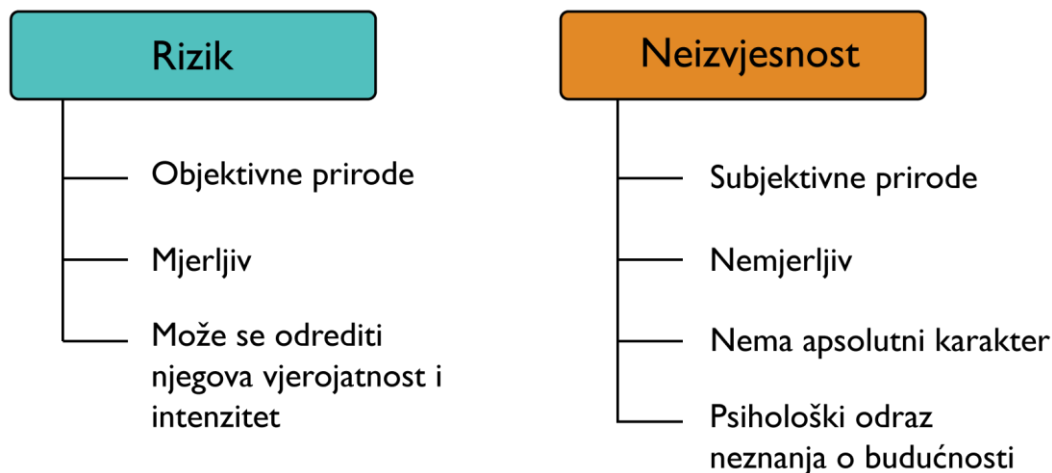
Ovi pojmovi biti će detaljno opisani u narednim poglavljima.

### 2.2.1. Neizvjesnost

Kao i prilikom definiranja pojma rizik, nemoguće je definirati pojam neizvjesnost kako bi ta definicija odgovarala svakoj situaciji. U tu svrhu u ovom poglavlju biti će prikazano par definicija i pristupa objašnjenju ovog pojma. Jedan od pristupa, prema [2], govori da je neizvjesnost sumnja zasnovana na nedostatku znanja o promatranom procesu, odnosno postoji nedostatak znanja o tome što će se dogoditi ili što se neće dogoditi. Drugim riječima, neizvjesnost je sumnja u mogućnost predviđanja budućeg ishoda sadašnje akcije promatrača. Taj pojam suprotan je pojmu izvjesnost koji označava sigurnost budućeg ishoda sadašnje ili buduće akcije.

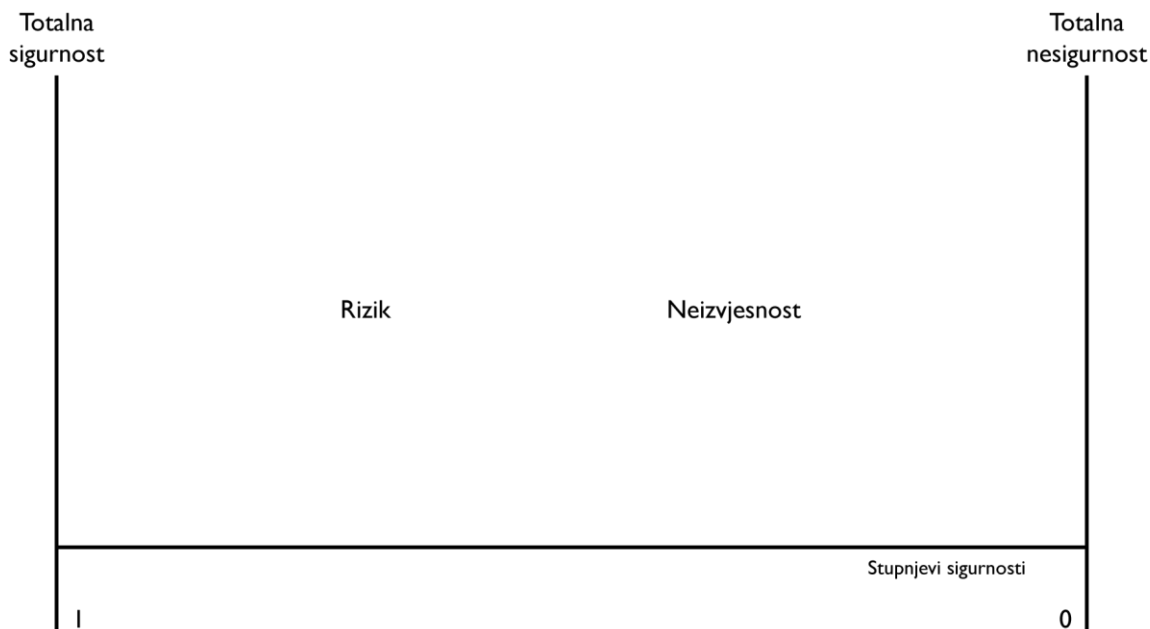
Postoje četiri razine neizvjesnosti. [2] Prva razina, razina 0, nema neizvjesnosti te se u ovom slučaju ishod može predvidjeti veoma precizno. Primjer ove razine neizvjesnosti su fizički i prirodni zakoni. Druga razina neizvjesnosti, razina 1 naziva se još i objektivna neizvjesnost. Ishodi se identificiraju, a vjerojatnosti su strogo definirane. U tu skupinu spadaju igre na sreću, karte te bacanje kocke. Treća razina neizvjesnosti, razina 2, naziva se i subjektivna neizvjesnost. Ishodi se identificiraju, ali su njihove vjerojatnosti nepoznate. U tu skupinu

pripadaju požari, automobilske nesreće i financijske investicije. Posljednja razina neizvjesnosti, razina 3 karakterizira ishode koji nisu sasvim identificirani, a vjerojatnosti su potpuno nepoznate te se mogu samo nagađati. Primjer te razine su svemirska i genetska istraživanja.



**Slika 2. Razlika između rizika i neizvjesnosti [2]**

Za razliku od neizvjesnosti koja je subjektivna, nemjerljiva te je zapravo psihološki odraz neznanja o budućnosti, rizik je objektivna, mjerljiva te se može odrediti njegova vjerojatnost pojavljivanja i intenzitet.



**Slika 3. Stupnjevi (ne)sigurnosti kod rizika i neizvjesnosti [3]**

Prema teoriji odlučivanja, vjerojatnost nastupanja određenog događaja kreće se između nula i jedan. [3] Vjerojatnost nula označava nemoguć događaj, odnosno onaj za kojeg se može sa 100% sigurnosti tvrditi da se nikada neće dogoditi, a vjerojatnost jedan označava siguran događaj, odnosno onaj događaj za kojeg se može tvrditi da će se sigurno dogoditi u budućem vremenu. Raspon između nula i jedan, kako je prikazano na Slici 3, pripada području rizika i neizvjesnosti. Također, može se zaključiti kako je rizik bliži totalnoj sigurnosti, odnosno sigurnom događaju, dok je neizvjesnost bliža granici totalne nesigurnosti, odnosno nesigurnom događaju. Granica kada se nešto smatra rizikom, a kada neizvjesnosti ne postoji, a razlog tome je, kao što je navedeno ranije, nemjerljivost neizvjesnosti, odnosno ona nema apsolutni karakter. Prema tome, neizvjesnost se može smatrati dijelom rizika sa nepoznatom vjerojatnošću.

Kao i pri smanjenju vjerojatnosti rizika prikupljanjem informacijama, vjerojatnost neizvjesnosti (iako se ona ne može nikako mjeriti niti odrediti) može se prividno smanjiti prikupljanjem informacija o neizvjesnim događajima. Razlog prikupljanja takvih informacija, kao i u procjeni rizika, je ekonomske naravi, odnosno pokušava se smanjiti šteta koja bi mogla nastati eventualnim negativnim posljedicama prilikom ostvarenja neizvjesnih događaja.

### **2.2.2. Opasnost**

Riječ opasnost često se pojavljuje u svakodnevnom govoru i moguće je točno definirati njeno značenje. Opasnost se razlikuje od pojma rizika i neizvjesnosti i definira se kao potencijalni uzrok nastanka štete i gubitka. [2] Razlika je u tome što rizik ne mora nužno uzrokovati nastanak štete. Kao što je ranije navedeno, rizik može biti i pozitivnog ishoda, dok opasnost uvijek predstavlja uzrok nastanka štete i uvijek donosi negativne posljedice. Prema [2] opasnosti mogu biti prirodne (ekstremni događaji u prirodi kao potresi, poplave i sl.), biološke (zarazne bolesti, genetske modifikacije) i industrijske prirode (primjerice štetni materijali iz proizvodnih procesa).

Rizik i opasnost su usko povezani iz razloga što negativni ishodi rizika mogu ponekad uključivati pojavu opasnosti. Primjerice, izgradnja nove stambene zgrade na trusnom području poznatom po potresima je prihvaćanje rizika potresa koji se može i ne mora dogoditi u budućnosti, dok sam potres kao događaj označava opasnost koja je potencijalni uzrok nastanka štete.

### **2.2.3. Opasan poduhvat**

Ovo poglavlje bavi se definiranjem opasnih poduhvata iz razloga što u praksi, naročito u industriji, vrlo često dolazi do poduhvata čiji negativni ishodi donose veliku materijalnu štetu. Analiza rizika često obuhvaća i analizu opasnih poduhvata odnosno njegovih posljedica pa je stoga potrebno i definirati što je takav poduhvat.

Opasnim poduhvatom mogu se smatrati one odluke ili akcije pri kojima postoji potencijalna opasnost, odnosno nastanak velike štete. Potrebno je razlikovati opasan poduhvat od odluke sa prihvatanjem rizika. Prihvatanje rizika ne mora nužno donositi negativne posljedice. Neki ishodi rizika ne donose nikakvu materijalnu štetu, primjerice poduhvat osobe koja prihvati rizik investiranja u dionice nekog poduzeća ne smatra se opasnim poduhvatom iz razloga što investicija te osobe može pridonijeti povećanju njegova bogatstva. Skakanje s padobranom može se smatrati opasnim poduhvatom iz razloga što postoji vjerojatnost velike opasnosti i štete pri negativnim ishodima tog događaja.

### **2.2.4. Neposredan uzrok**

Neposredan uzrok predstavlja prvu opasnost koja se dogodila u lancu događaja koji je izazvao štetu. [2] Ovaj pojam nužan je kako bi se ustvrdio primarni uzročnik štete, odnosno onaj događaj koji je započeo niz posrednih opasnosti, a najveću korist ovakav koncept ima u osiguranju imovine.

Primjerice, u automobilskoj nesreći čiji je uzrok bio pretrčavanje neke divlje životinje preko autoceste, a koja za posljedicu ima sudar dvaju vozila može se lagano ustvrditi koji je neposredan uzrok – pretrčavanje divlje životinje. Daljnjim razvojem događaja, primjerice nastankom kolone na autocesti zbog iste automobilske nesreće, vozilo hitne pomoći nije u stanju prevesti pacijenta koji je u kritičnom stanju u bolnicu, tada divlja životinja postaje neposredni uzrok smrti pacijenta u vozilu hitne pomoći. Neposredan uzrok poput ovog može imati veliki broj posrednih događaja koji mogu ili ne moraju uzrokovati štetu.

Ovakvi lanci okolnosti moraju imati svoju granicu, odnosno moraju negdje prestati, pri čemu u osiguranju imovine sudovi odlučuju gdje je njihova granica, odnosno koji je stvarni neposredni uzrok nastanka štete. Pojam neposredni uzrok vrlo je važan u procjeni rizika upravo zato što on ponekad predstavlja i najveći izvor štete, odnosno sprječavanjem pojave neposrednog uzroka može se spriječiti i pojava cijelog lanca štete.

### 2.2.5. Vjerojatnost da se šteta dogodi

Mogućnost da se neka šteta dogodi definira se kao vjerojatnost odigravanja nekog štetnog događaja i može se predstaviti na objektivni ili subjektivni način. [2]

Objektivni način odnosi se na neku pojavu za koju vrijedi pretpostavka beskonačnog broja ponavljanja pokusa u istim uvjetima, pri čemu postoje dvije vrste zaključivanja: deduktivno i induktivno zaključivanje. Deduktivno zaključivanje zasniva se na osnovu iskustva i naziva se apriori vjerojatnost. Primjer takvog definiranja vjerojatnosti je bacanje savršeno uravnoteženog novčića pri čemu postoje dva ishoda, odnosno dvije strane novčića i vjerojatnost pojave svake strane je  $1/2$ . Drugi primjer je bacanje kockice s šest brojeva pri čemu je vjerojatnost pojave svakog broja, odnosno svake stranice,  $1/6$ . [2] Ove vjerojatnosti dobivene su iz jako velikog broja ponavljanja i može se zaključiti da su njihove vrijednosti konačne i ispravne. Pri tome, objektivni način deduktivnog zaključivanja i određivanja vjerojatnosti je i najtočniji.

Induktivni način zaključivanja temelji se na analizi postojećeg stanja i postojećih podataka o prošlim događajima kako bi se moglo zaključiti o nekim budućim događajima. Za razliku od deduktivnog načina ovdje ne vrijedi pretpostavka beskonačnog broja ponavljanja pokusa pa je stoga i manja točnost određivanja vjerojatnosti. Tipičan primjer induktivnog zaključivanja je određivanje prosječnog životnog vijeka stanovništva na jednom području, odnosno vjerojatnost smrti neke osobe do određene životne dobi. Ovaj tip vjerojatnosti nije moguće odrediti deduktivnim zaključivanjem jer na vjerojatnost utječe veliki broj faktora, no moguće je analizom broja smrti, ekonomskog stanja, zdravstvene skrbi, klimatskih faktora i ostalih faktora doći do određenog induktivnog zaključka. Može se zaključiti da je induktivni način zaključivanja manje točan od deduktivnog, ali se ispravnom analizom podataka i stanja može doći do iznosa vjerojatnosti.

Subjektivna procjena vjerojatnosti temelji se na samostalnoj procjeni pojedine osobe o tome kolika je vjerojatnost da se dogodi neka šteta. Subjektivna procjena može se razlikovati od objektivne procjene i mogućnosti nekog događaja iz razloga što svaka osoba pojedino ima različita subjektivna mišljenja i očekivanja nekog događaja. Primjerice, osoba koja baca novčić i vjeruje da ju prati sreća da će se okrenuti jedna strana novčića, subjektivno će procijeniti da će se novčić i sljedeći puta okrenuti na istu stranu, no objektivno vjerojatnost okretanja novčića na bilo koju od strana iznosi  $1/2$ .

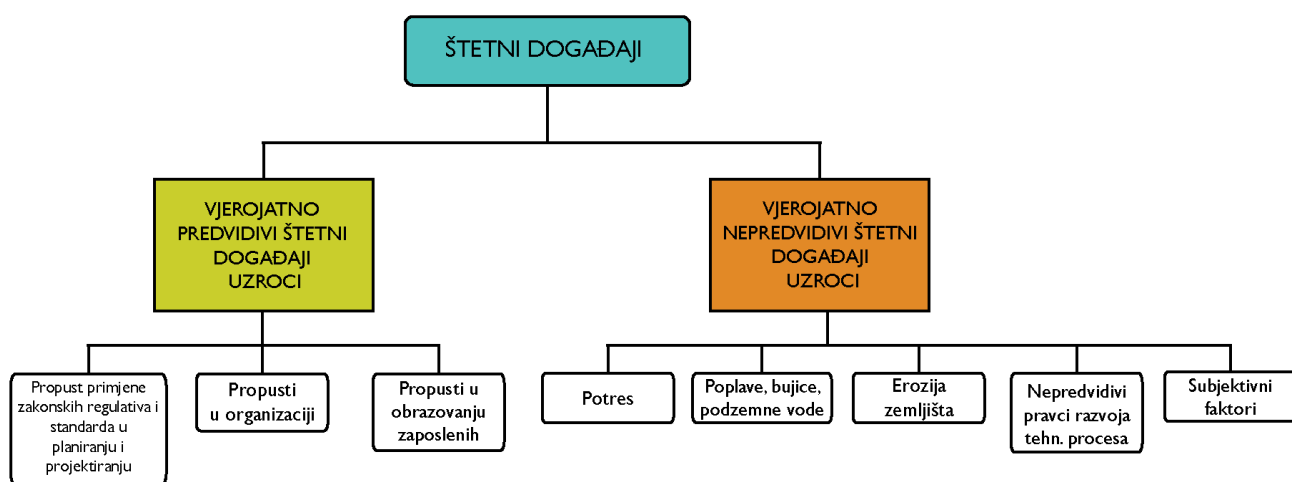
Stoga, pri analizi rizika i procjeni vjerojatnosti u stvarnom svijetu potrebno je naročito paziti da procjena bude što je više moguće objektivna i stvarna te da se svi subjektivni faktori pokušaju ukloniti.

### 2.2.6. Štetni događaj

Štetni događaj može se definirati kao svaki događaj, stanje ili promjena kojom se remeti stabilnost funkcije bilo kojeg sustava tako da njegova stabilizacija zahtijeva ulaganje financijskih sredstava iz izvora koji nisu obuhvaćeni zakonski propisanim planiranjem. [2] Štetni događaji u industriji nastaju isključivo radi tehničke ili ljudske greške te nepovoljnih prirodnih pojava (poplave, potresi i sl.). Takvi događaji uvijek uzrokuju nastanak određene štete koja, osim što uzrokuje negativne posljedice na sustav, može utjecati i na vanjsku okolinu ako se u proizvodnom procesu nalaze štetne stvari poput kemikalija ili radioaktivnih stvari.

Štetni događaji većinom nastaju slučajno, pa se mogu definirati kao slučajne pojave i opisati zakonima vjerojatnosti. Uzroci štetnih događaja mogu se prikazati u dvije grupe:

- vjerojatno predvidive, koji se nalaze u propustima praktične primjene, zakonima i tehničkim standardima,
- vjerojatno nepredvidive, čije pojavne oblike nije moguće predvidjeti u realnom vremenu. [2]



Slika 4. Podjela uzroka štetnih događaja [2]

Vjerojatnost štetnog događaja je sastavni dio svakog sustava i svaki je sustav podložan riziku koji je potencijalni uzrok štetnih događaja. Prema tome, štetni događaji su neizbježni i ne mogu se nikada eliminirati, no moguće je odrediti njihovu vjerojatnost i prema tome pripremiti sustav na suzbijanje posljedica ili umanjeње eventualne štete. S ekonomskog stajališta, nijedan sustav, bez obzira na njegovu kvalitetu konstrukcije, materijala, montaže i sl., nije isključen od rizika štete pa je prema tome potrebno pronaći omjer kvalitete i cijene sustava koji će zadovoljiti sve standarde i norme za sigurnosti, a ujedno biti ekonomski prihvatljiv.

### 2.2.7. Šteta

Riječ *šteta* često se pojavljuje u svakodnevnom govoru u raznim oblicima, ovisno o kontekstu u kojemu se ta riječ upotrebljava. U području prava, šteta se najčešće definira kao povreda subjektivnih prava vjerovnika, odnosno kada jedna ugovorna strana ne ispunjava svoje obveze prema drugoj, savjesnoj, ugovornoj strani. [5] U području industrije šteta najčešće predstavlja materijalnu štetu u proizvodnji ili na proizvodima koja uzrokuje smanjenje vrijednosti postojeće imovine.

Oba termina govore o smanjenju vrijednosti, pa se općenito za štetu može reći da ona označava gubitak vrijednosti imovine ili subjektivnih prava i posljedica je nepovoljnih događaja. Šteta može biti imovinska i neimovinska. Imovinska šteta pritom se dijeli na stvarnu imovinsku štetu koja predstavlja umanjeње vrijednosti postojeće imovine, odnosno materijalnu štetu i na neostvarenu dobit, odnosno neostvareno povećanje imovine koje bi se inače ostvarilo da se šteta nije dogodila. Neimovinska šteta nastaje kao posljedica povrede subjektivnih prava tj. prava osobe (zdravlje, fizički izgled, ugled i sl.) [5] Potrebno je napomenuti da obje kategorije štete ponekad mogu biti prouzrokovane istim događajem gdje se dogodila i imovinska i neimovinska šteta.

Šteta može biti direktna i indirektna. Indirektna (posredna) šteta posljedica je nekog ranijeg događaja odnosno štete koji je prouzročio drugu štetu. Na primjer, u slučaju potonuća broda nekog logističkog poduzeća, direktna šteta je gubitak broda, dok je indirektna šteta gubitak cijelog prihoda koji bi taj brod ostvario u budućnosti.

Kada se govori o šteti, bitno je napomenuti i ozbiljnost, odnosno veličinu štete. Neke štete ne utječu na proizvodne procese te ih se može smatrati zanemarivima, dok druge štete mogu ponekad dovesti i do kolapsa cijelog proizvodnog sustava i poduzeću nanijeti velike ekonomske gubitke. Primjerice, u proizvodnji osvježavajućih pića u staklenim bocama nije

moгуće izbjeći oštećenje proizvoda (npr. pad staklene boce s trake ili oštećenja u skladištu), no s obzirom na proizvedenu količinu gubitak par staklenih boca ili kutija sasvim je zanemariv i očekivan te nema veliki utjecaj na imovinu poduzeća. U slučaju istog proizvodnog sustava, kvar na jednom od strojeva u procesu može označiti zastoj u cijeloj proizvodnji i značajan ekonomski gubitak. U osnovi postoje dvije kategorije šteta: totalne i djelomične.

Totalna šteta predstavlja gubitak predmeta ili prava, odnosno njegovo potpuno uništenje ili nestanak. Totalna šteta realizira se kroz materijalni gubitak, odnosno takvo materijalno oštećenje na predmetu da nakon šetnog događaja predmet više nije za upotrebu, primjerice uništenje predmeta u požaru, poplavi, sudaru ili kroz otuđenje subjektivnih prava na predmet, primjerice krađom, nestankom predmeta i sl.

Djelomična šteta predstavlja djelomično oštećenje nekog predmeta ili prava. Primjer djelomične materijalne štete je kvar neke manje komponente tehničkog sustava koji se može lako otkloniti i sustav se brzo može dovesti u stanje eksploatacije. Djelomična subjektivna šteta može se realizirati kroz krađu ili gubitak određenog dijela ili količine predmeta.

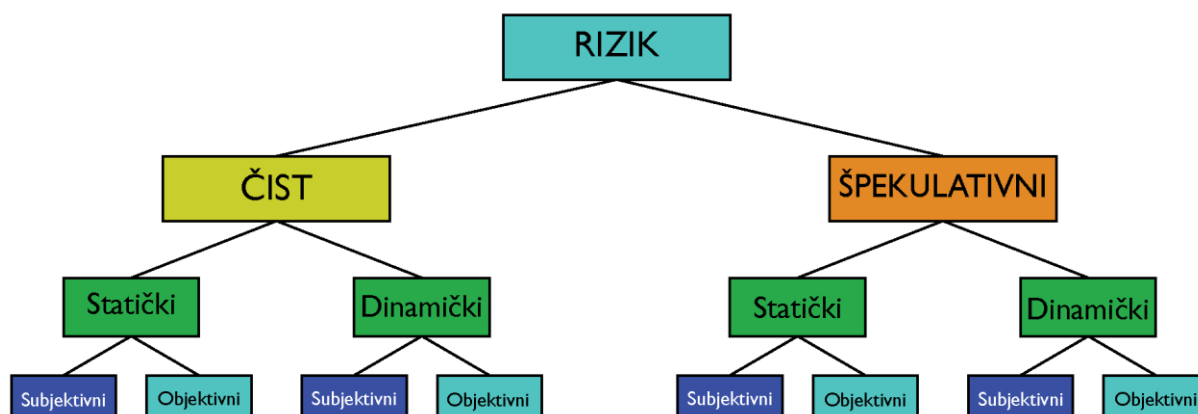
Može se zaključiti da je šteta posljedica šetnog događaja odnosno najgori ishod nekog događaja. Svaki rizik može sadržavati šetne posljedice pri čemu se sustavi projektiraju i konstruiraju tako da šteta ne uzrokuje prevelike ekonomske gubitke ili u najgorem slučaju gubitak života. Šetni događaj i nastanak štete događa se u svakom složenom sustavu, pa je stoga nužna procjena štete i stanja sustava i adekvatno održavanje sustava kako bi se ona umanjila.



## 2.3. Vrste rizika

Analiza rizika vrlo je široko područje koje se bavi rizicima u više područja industrije. Pri tome, za potrebe jednog rada nužno je odrediti koji rizici se mogu pojaviti u nekom analiziranom procesu te na koje rizike je potrebno pripaziti. U literaturi se mogu pronaći razne klasifikacije rizika ovisno o području kojime se literatura bavi. U ovom poglavlju o analizi rizika biti će navedene neke od klasifikacija rizika iz različitih literatura, od kojih će se neke klasifikacije i poklapati.

Najosnovnija podjela rizika je na financijske i nefinancijske rizike. Financijski rizici su oni koji su izloženi uzrocima financijske i ekonomske štete u poduzeću odnosno umanjuju imovinu poduzeća. Nefinancijski rizici su oni koji nemaju financijske posljedice. Razlog ove najosnovnije podjele je što je cilj svakog poduzeća zapravo ostvarenje profita, pa se i prema tome sva poduzeća orijentiraju na smanjenje financijskih rizika koji ponekad mogu imati veliki utjecaj na imovinsko stanje poduzeća. Prema tome, financijski rizici su primarna i najveća briga poduzeća.



Slika 5. Podjela rizika na čiste i špekulativne [6]

Prema [6] rizici se dijele na čiste i špekulativne te postoje podkategorije pojedinih. Pod pojmom čisti rizik podrazumijevaju se oni rizici u kojima postoje dvije opcije, da se šteta dogodi ili da do štete nije uopće došlo. Ovakvi tipovi rizika nikada nemaju pozitivne već samo nepovoljne i neutralne posljedice, pri čemu nepovoljne donose štetu odnosno gubitak, dok neutralne ne mijenjaju situaciju. Čisti rizici nastaju zbog stohastičnosti sustava, a ne zbog greške čovjeka. Primjer takvog tipa rizika su požari, poplave, prirodne nepogode i slične pojave. S druge strane, špekulativni rizik predstavlja onaj tip rizika u kojemu je moguće

ostvarenje profita, ali i stvaranje štete. Primjer takvog rizika je kupovanje dionica nekog poduzeća pri čemu njihova vrijednost može narasti i stvoriti profit ili pasti i stvoriti gubitak odnosno štetu. Važno je napomenuti da ova vrsta rizika nastaje poduhvatom pojedinca. Otvaranje poduzeća, kupovanje dionica, investicije u nove strojeve i slično predstavljaju vrste špekulativnog rizika koji pojedinac svojevolumno prihvaća. Za razliku od čistih rizika koji su pokriveni osiguranjem, špekulativni rizici nisu pokriveni osiguranjem, odnosno subjekt se drugačije mora osigurati od gubitaka nanesenih takvim rizicima primjerice samoosiguranjem ili izvedenim financijskim instrumentima.

Sljedeća razina je podjela čistih i špekulativnih rizika na statičke i dinamičke. Ova razina podjele bavi se promjenama u društvu, primjerice promjena navika potrošača, prihoda i obujma proizvodnje, visine cijena i sl. Dinamički rizici skloni su takvim promjenama te nemaju određenu dinamiku kojom se one događaju pa su stoga i teško prepoznatljivi. Statički rizici obuhvaćaju one vrste rizika koji će se dogoditi iako ne postoje nikakve promjene u nekom društvu. [2] Iako ne postoje nikakve promjene u društvu, navici potrošača, prihoda ili cijena, mogu se pojaviti rizici prirodnih nepogoda ili nepoštenja drugih proizvođača. Primjer prirodnih nepogoda su oluje, poplave, požari i smrt, a primjer nepoštenja proizvođača obuhvaća nelegalne radnje tipa industrijske špijunaže, kopiranje patenata i slično. Statičke rizike lakše je predvidjeti od dinamičkih iz razloga što se oni većinom pokoravaju zakonu velikih brojeva pa je matematički moguće odrediti njihovu vjerojatnost, dok je kod dinamičkih rizika to ponekad nemoguće.

Zadnja razina dijagrama dijeli statičke i dinamičke rizike na subjektivne i objektivne. Ako je rizik određen isključivo objektivnim okolnostima i ako postoji nezavisno od ponašanja neke osobe, tada je to objektivni rizik. [2] Dakle, objektivni rizici mogu se statički izmjeriti i opisati matematičkim modelima kao što je standardna devijacija. Na primjer, u proizvodnom procesu čokoladnih proizvoda u kojemu se proizvede 10 000 čokolada godišnje, poduzeće može zaključiti da će 1 posto od proizvedene količine biti škart, odnosno 100 čokolada godišnje je neupotrebivo. Poduzeće također kroz godine mjeri da je količina tih čokolada nekada 90, a nekada 110 pa zaključuje da postoji 10% odstupanje od očekivanja. Takva relativna varijacija stvarne štete u odnosu na očekivanje poznata je i kao objektivni rizik. [2]

Subjektivni rizik se za razliku od objektivnog ne može prikazati matematičkim modelima iz razloga što se on zasniva na određenim odlukama ili akcijama pojedinca koje je nemoguće predvidjeti. Subjektivni rizik je u osnovi psihička neizvjesnost koja nastaje u ovisnosti od mentalnog stava pojedinca ili njegovog stanja svijesti. [2] Subjektivni rizik vrlo je važan u

području analize rizika, pogotovo u analizi financijskih rizika. Primjerice, dva poduzeća koja imaju isti cilj mogu, zbog različite subjektivne percepcije, do toga cilja doći na dva različita načina od kojih jedan može biti konzervativniji (sigurniji) od drugog. Poduzeće koje primjenjuje sigurniji način vrlo će vjerojatno uložiti više vremena, truda i financijskih sredstava kako bi došlo do cilja od poduzeća koje prepoznaje manje rizike. Iako su oba poduzeća bila podložna istim objektivnim rizicima, njihova percepcija subjektivnih rizika stvara razliku u profitu i uspjehu svakog poduzeća.

Osim navedene klasifikacije rizika, postoje i druge klasifikacije, na primjer podjela rizika na:

- fundamentalne ili opće i posebne ili pojedinačne,
- raspodjeljive i neraspodjeljive,
- mjerljive i nemjerljive,
- osigurljive i neosigurljive,
- poslovne rizike. [2]

Fundamentalni ili opći rizici predstavljaju one rizike koji zahvaćaju cjelokupnu ekonomiju ili veći dio društva. To su rizici sa vjerojatnosti velike štete i utjecaja na društvo, primjerice inflacija, rat, nezaposlenost i slično. Jedan od najčešćih fundamentalnih rizika je i rizik od prirodnih nesreća (požari, poplave, tsunamiji i sl.) koji mogu u vrlo kratkom vremenu prouzročiti veliku štetu i ekonomski gubitak. Za razliku od fundamentalnih rizika, posebni ili pojedinačni rizici ne utječu na cjelokupnu ekonomiju već na pojedinca i njegovu imovinu. Primjerice krađa osobnog automobila, požar u vlastitoj kući, gubitak nekog objekta i slično predstavljaju pojedinačne rizike s obzirom da njihove posljedice utječu samo na vlasnika predmeta ili prava. Razlika između fundamentalnih i posebnih rizika je u tome što su fundamentalni rizici izvan kontrole pojedinca i za njih odgovara društvo, dok za posebne rizike odgovara sam pojedinac. Za fundamentalne rizike poput visoke stope nezaposlenosti koja utječe negativno na pojedinca brine se država i vlada, dok za neke veće fundamentalne rizike, primjerice velikih prirodnih nesreća u kojima država sama ne može pomoći, brine skup država koje svojevrijem pomažu vratiti ekonomiju i društvo u normalu.

Raspodjeljivi i neraspodjeljivi rizici odnose se na više osoba ili poduzeća koje zajedničkim sporazumom utječu na smanjenje rizika. Raspodjeljivi su oni rizici koji se mogu umanjiti sporazumom o zajedništvu, a neraspodjeljivi su oni kod kojih sporazumi o zajedništvu ne

utječu efikasno na smanjenje rizika. Primjer [2] raspodjeljivog rizika je ozljeda radnika na poslu unutar nekog poduzeća. Pretpostavlja se da su ozljede radnika većinom individualne i ne događaju se grupno pa poduzeće može troškove takve odštete raspodijeliti preko svih radnika i time umanjiti opterećenje na svakog pojedinog radnika. Kod neraspodjeljivih rizika nemoguće je rizik umanjiti udruženjem, primjerice rizik od vremenskih nepogoda nemoguće je raspodijeliti preko cijelog stanovništva nekog naselja iz razloga što su oni tom nepogodom svi zahvaćeni u isto vrijeme.

Mjerljivi rizici su oni za čiju vjerojatnost se može odrediti matematički model i mogu se mjeriti u nekoj većoj grupi ili zajednici. Nemjerljivi su oni rizici koji se ne mogu izmjeriti na jednoj razini već oni ovise i o pojedincu te se za njih ne može točno odrediti matematički model.

Osigurljivi i neosigurljivi rizici odnose se na one rizike koje osiguravajuće kuće mogu priznati i isplatiti štetu nekom pojedincu ili grupi u slučaju negativnih posljedica tog rizika. Osiguravajuće kuće bave se samo osigurljivim rizicima, dok za neosigurljive rizike, primjerice stopa nezaposlenosti unutar neke države one ne odgovaraju iz razloga što je njihova varijabilnost velika zbog velikog broja faktora koji utječu na njih.

### **2.3.1. Vrste poslovnih rizika**

Poslovni rizik jedan je od najvažnijih rizika s kojima se suočava svako poduzeće. U današnjici je nemoguće zamisliti osobu ili poduzeće koje nije izloženo poslovnim rizicima o kojima ovisi samo poslovanje i uspješnost. Prema [2] područje poslovnih rizika obuhvaća:

- čist rizik,
- spekulativni rizik,
- strateški rizik,
- operativni rizik,
- financijski rizik.



Slika 6. Vrste poslovnih rizika [2]

Čist i špekulativni rizik objašnjeni su ranije u radu u poglavlju 2.3. *Vrste rizika*.

Strateški rizik odnosi se na donošenje krivih strateških odluka ili implementacija neodgovarajućih odluka i/ili neodgovaranje na promjene na tržištu i promjene u industriji. [7] Takav rizik povezan je sa svim neizvjesnim odlukama nekog poduzeća koje mogu utjecati na njegovo poslovanje i financijsku uspješnost. Strateški rizici često su najvažniji rizici koje neko poduzeće s budućim planovima poslovanja mora uzeti u obzir. Osoba ili poduzeće koje investira u neko novo područje, nove strojeve, druga poduzeća i slično, bez adekvatne analize strateških rizika zapravo stupa u nepoznato područje koje može biti neprofitabilno te u konačnici može dovesti do propalih investicija i smanjenja vrijednosti imovine poduzeća. Prema tome, svako poduzeće koje se upušta u nove investicije mora imati dobar analitički tim koji će provesti analizu strateških rizika i prikazati ozbiljnost rizika takve investicije. U današnjici neka poduzeća nisu u stanju sama provesti takve zahtjevne i komplicirane analize te traže pomoć specijaliziranih firmi koja se bave isključivo procjenom strateških rizika i savjetovanjem (eng. *consulting*) koje u svojem timu imaju visoko educirane i iskusne osobe koje mogu vrlo dobro procijeniti ozbiljnost strateških rizika.

Operativni rizik je rezultat poslovnih operacija firme. [2] Takav rizik nastaje zbog neuspjelih internih procesa, sistemskih grešaka ili ljudskom greškom unutar poduzeća. Među operativne rizike ubraja se i kvaliteta samih zaposlenika odnosno njihovo ponašanje, gdje ponekad neadekvatno ponašanje zaposlenika i nepoštivanje

kodeksa poslovanja može dovesti do propasti poduzeća. Kvaliteta zaposlenika također ovisi o njihovoj kompetentnosti odnosno angažiranju zaposlenika s nižim kvalifikacijama od onih koje pozicija zahtijeva. Prema tome, može se zaključiti da na operativne rizike najviše utječe kvaliteta zaposlenika pa se na zaposlenike treba gledati kao najvrijedniji resurs poduzeća gdje njihovo iskustvo ili kompetencije mogu dovesti do rasta ili kraha samog poduzeća. Svako se poduzeće u svojim poslovnim procesima susreće s operativnim rizicima i njihovim posljedicama, a način njihova otklanjanja ovisi o poduzeću. Ova grupa rizika je najraširenija i najšarolikija pa je zbog toga vrlo teško njima upravljati i djelovati na njih. Zaposlenike kao najvrijednije resurse poduzeća ponekad je vrlo teško kontrolirati jer su njihova ponašanja nepredvidiva, no internim procedurama, kodeksima ponašanja i sličnim odredbama odgovornosti moguće je donekle upravljati ponašanjem većeg broja zaposlenika odnosno usmjeriti njihovo ponašanje u skladu s poslovnom vizijom poduzeća. Razlog stvaranja ovakvih procedura je što je ljudsko ponašanje, za razliku od tehničkih sustava, većinom nepredvidivo, a ozbiljnost njihovih posljedica ponekad krucijalna za uspješno poslovanje pa je veličina operativnih rizika zaposlenika vrlo velika. Osim zaposlenika, pod operativne rizike pripada i zaštita tajnih podataka poduzeća, sigurnost informacijskih sustava, požari, ozljede na radu i sl.

Financijski rizik predstavlja financijsku štetu u poslovanju nekog poduzeća. Na primjer, poduzeće koje se bavi proizvodnjom računalnih procesora može odrediti fiksnu cijenu po kojoj će prodavati procesore određene vrste u nekom duljem vremenskom periodu. U slučaju porasta cijene sirovine za proizvodnju procesora (primjerice porast cijene zlata ili silicija) poduzeće će pretrpjeti financijsku štetu iz razloga što će profit zbog porasta cijena sirovina biti smanjen. Financijski rizici često su povezani s strateškim rizicima pri čemu dobre strateške analize i odluke mogu dovesti do smanjenja financijskih rizika.

Kako bi poduzeće smanjilo ukupni poslovni rizik potrebno je sve navedene rizike promatrati zajedno iz razloga što jedna vrsta rizika vrlo često utječe na povećanje druge vrste rizika, primjerice loša analiza strateških rizika dovodi do povećanja financijskih rizika. U današnjici, poduzeća sve vrste poslovnih rizika promatraju kao jedan cjelokupni, glavni rizik čime se postiže smanjenje ukupnog rizika.

### 2.3.2. Vrste rizika uzrokovanih događajem

Ova klasifikacija definira vrste rizika prema nastanku događaja koji mogu rezultirati gubicima u poduzeću. [3] Kategorizacija se često koristi u praksi od strane menadžera rizika u poduzećima i financijskim institucijama pa se prema tome i ponegdje razlikuje od prve kategorizacije opisane u poglavlju 2.3.1. *Poslovni rizik*. Detaljnijom analizom rizika unutar nekog poduzeća raste i kategorizacija rizika, pa će za potrebe ovog rada biti prikazani samo glavni rizici prema [3]. Među glavne rizike ubrajaju se tržišni rizici, rizici likvidnosti, kreditni rizici, operativni rizici i ostali rizici.

Operativni rizici opisani su ranije u poglavlju 2.3.1 *Poslovni rizik*.

Tržišni rizici proizlaze iz promjena financijskih cijena poput tržišnih kamatnih stopa, deviznih tečajeva, cijena dobara na robnim burzama te tržišne vrijednosti glavnice. [3] Tržišnim rizicima zahvaćen je veliki broj poduzeća i na njega je potrebno obratiti posebnu pozornost jer posljedice ovog rizika imaju veliki utjecaj na imovinsku vrijednost poduzeća. Devizni tečajevi imaju velik utjecaj na cijenu pojedine robe pa u konačnici i na profit samog poduzeća. Ovim rizikom naročito su zahvaćena poduzeća koja posluju međunarodno s različitim valutama pri čemu se vrijednost tih valuta mijenja gotovo svakodnevno, a sukladno tome se javlja i varijabilnost u profitabilnosti poduzeća.

Rizik likvidnosti predstavlja rizik poduzeća da svoje obveze ne može ispuniti zbog nedostatka novčanih resursa. Novčani primici poduzeća nisu dovoljni za pokrivanje novčanih izdataka te se javlja deficit koji je potrebno pokriti. Posljedica nedostatka novčanih resursa je likvidacija imovine poduzeća, odnosno pretvorbu imovine poduzeća u novčane resurse, često po vrijednosti imovine manjom od realnih cijena. Rizik likvidnosti usko je povezan s tržišnim rizicima jer na njega najviše utječu novčani resursi poduzeća pa se prilikom povećanja tržišnih rizika povećavaju i rizici likvidnosti. Rizici likvidnosti često su i najosjetljiviji na promjene unutar poduzeća jer svi rizici donekle utječu na novčane tokove unutar poduzeća, prema tome rizik likvidnosti je konačna (negativna) posljedica ostalih rizika u poduzeću, a najviše tržišnih i strateških rizika. Stoga je potrebno rizike likvidnosti kontrolirati i pokušati utjecati na njegove posljedice. Prema [3] postoje tri osnovne metode upravljanja rizikom i likvidnosti:

- izrada planova upravljanja likvidnošću koji često uključuju kreditne linije banke,
- diversifikacija metoda i instrumenata financiranja,

- držanje veće količine likvidne imovine.

Kreditni rizik proizlazi iz postojeće ili potencijalne nesposobnosti poslovnog partnera da podmiri dospjele obveze ili izvrši dogovorenu poslovnu transakciju. [3] Potrebno je napomenuti da kreditnim rizicima nisu zahvaćene samo financijske institucije poput banki, već sve vrste poduzeća. Sva poduzeća koja sklapaju financijske ugovore s drugim poduzećima sklona su kreditnom riziku u slučaju da jedna strana ne ispuni svoje obveze djelomično ili u cjelosti. Prema [3] postoje dvije vrste kreditnih rizika:

- kreditni rizik prije izvršenja obveze,
- kreditni rizik pri izvršenju obveze ili transakcije.

Kreditni rizik prije izvršenja obveze podrazumijeva da se prije izvršenja ugovorne obveze jedna strana financijskog ugovora nađe u financijskim problemima prije inicijacije izvršenja obveze što na kraju rezultira propasti poslovnog dogovora.

Kreditni rizik pri izvršenju obveze definira se kao vjerojatnost da jedna strana financijskog ugovora neće moći izvršiti obveze ugovora tijekom perioda u kojemu se transakcija realizira. Na primjer, jedno poduzeće je drugom poduzeću isporučilo dogovorenu količinu robe s odgodom plaćanja 60 dana. Ako se drugo poduzeće unutar tog vremenskog roka nađe u financijskim problemima neće moći podmiriti dospjelu obvezu prema prvom poduzeću, odnosno vjerovnik je u gubitku iz nemogućnosti naplate potraživanja za robu koju je već isporučio kupcu.

Prema [3] među ostale rizike ubrajaju se zakonski rizici, intelektualni rizici i rizici gubitka kupaca. Zakonski rizici događaju se onda kada su ugovori između dva poduzeća sklopljeni pod nezakonitim okolnostima, ne prate oblike ugovora koji su propisani zakonima ili ugovorene strane nemaju pravnu mogućnost izvršenja ugovorene transakcije. Rezultat nezakonitih ugovora je ništetnost ugovora. Ništetnost ugovora znači da on ne proizvodi namjeravane pravne učinke. [5] Intelektualni rizik predstavlja situaciju u kojoj primjerice visokokvalificirani, iskusni radnik odlazi iz poduzeća što može prouzročiti gubitke dok se ne pronađe novi kvalificirani radnik. Kao što je ranije navedeno, zaposlenici nekog poduzeća njegova su najvrijednija imovina pa se prema tome i intelektualni rizici smanjuju većom brigom o zadovoljstvu zaposlenih. Rizik gubitka kupaca javlja se u slučaju prestanka ugovornog odnosa s kupcima iz raznih razloga. Ovaj rizik uvelike utječe na novčane tokove u poduzeću iz razloga što gubitkom kupaca poduzeće više nema prihode kakvo je imalo ranije, prema tome adekvatna briga o kupcima i osiguranje konkurentnosti na tržištu nužni su u smanjenju rizika gubitka kupaca.



### 2.3.3. Tipovi čistog rizika

Grupa čistih rizika najznačajnija je u tehničkom području pa je stoga potrebno detaljno objasniti vrste i tipove čistog rizika koji se mogu pojaviti u poslovanju te načine njihovog smanjenja. Prema [2] glavni tipovi čistog rizika koji mogu stvoriti veliku financijsku neizvjesnost su:

- osobni rizici,
- imovinski rizici,
- rizici od odgovornosti,
- rizici nastali zbog propusta drugih.

Osobni rizici su oni koji utječu samo na pojedinca, primjerice na njegovo zdravlje ili materijalni status. Prema [2] postoji pet glavnih osobnih rizika:

- rizik od prerane smrti,
- rizik zbog nedovoljnih prihoda tokom perioda života u mirovini,
- rizik lošeg zdravlja i invalidnosti,
- rizik od medicinskih troškova,
- rizik od nezaposlenosti.

Rizikom prerane smrti smatra se onaj rizik u kojemu smrt uzdržavatelja obitelji ili glave obitelji uzrokuje zaostale financijske obveze koje spadaju na obitelj. Ako su prihodi ostatka obitelji nedovoljni za pokrivanje zaostalih obveza tada je njihovo financijsko stanje ugroženo i njihov životni standard se smanjuje. Najveći rizik osobama starije životne dobi predstavljaju nedovoljni prihodi tokom mirovine. U slučaju da nemaju vlastitu imovinu ili pristup drugim novčanim izvorima, starije osobe biti će izložene financijskoj neizvjesnosti. Ovaj rizik smanjuje se već na samom početku karijere pametnim investiranjem i odvajanjem vlastitih novčanih resursa za period života u mirovini. Rizik od lošeg zdravlja i invalidnosti, kao i rizik od medicinskih troškova javlja se u slučaju pojave bolesti ili onesposobljenja za rad. Dugotrajna nesposobnost za rad u konačnici uzrokuje nemogućnost ostvarenja prihoda i pokrivanja medicinskih troškova liječenja, naročito u državama u kojima zdravstvena skrb nije besplatna. Rizik od nezaposlenosti također može utjecati na financijsku sigurnost pojedinca. U današnjem svijetu je rizik od nezaposlenosti česta pojava zbog strukturnih promjena u ekonomiji, sezonskih faktora ili nesavršenosti na tržištu rada. [2]

Imovinski rizici pojavljuju se u svim poduzećima i kod svih pojedinaca koji posjeduju, iznajmljuju ili koriste neku imovinu. Najčešći oblik imovinskog rizika je šteta na imovini i smanjenje njene vrijednosti uslijed štete. Osim rizika poduzeća na vlastitoj imovini postoji rizik od neispunjavanja ugovornih obveza radi oštećenja imovine u drugom poduzeću, primjerice poduzeće koje drugom poduzeću isporučuje robu može pretrpjeti štetu radi požara u proizvodnji zbog čega neće biti u mogućnosti isporučiti dogovorenu količinu robe. Zbog tih okolnosti drugo poduzeće možda neće biti u stanju isporučiti robu svojim kupcima i pretrpjeti će financijsku štetu zbog negativnih okolnosti prvog poduzeća. Drugi primjer [2] utjecaja štete nastale na jednoj imovini, na drugu imovinu je šteta nastala jer se objekt jednog poduzeća nalazi unutar većeg objekta drugog poduzeća. Primjerice pekare, slastičarnice ili kafići mogu pretrpjeti štetu u poslovanju iz razloga što objekt unutar kojeg se nalaze ne radi iz razloga što je objekt oštećen.

Svaka osoba (pravna ili fizička) može biti subjektom rizika od odgovornosti. Pojedine osobe mogu imati zakonsku odgovornost za svoja djela, posjedovanja, nanošenja štete i slično. Kako ponekad posljedice takve odgovornosti mogu biti katastrofalne za odgovorne fizičke ili pravne osobe potrebno je umanjiti ili pokušati u potpunosti ukloniti rizike odgovornosti. Prema [2] odgovornost može biti posljedica namjernog prijestupa, striktno ili apsolutne odgovornosti i nebrige. Namjerni prijestup predstavlja svojevoljno svjesno kršenje propisa ili zakona (primjerice Ustava u Republici Hrvatskoj), nepoštivanje morala društva i slično, pri čemu nastaje šteta na imovini vjerovnika. Nepoštivanje ovih načela dovodi do ništetnosti ili poboynosti poslovnih ugovora pri čemu osoba koja ne poštuje pravila može odgovarati za svoje postupke i nanešenu štetu drugoj osobi. Striktne ili apsolutne odgovornosti odnosi se na slučajeve kada je potencijalna opasnost po pojedince ili društvo toliko velika da neka lica mogu biti odgovorna čak i kada se ne može dokazati njihov nemar. [2] Primjer ovakve odgovornosti je proizvodnja eksploziva, opasnih tvari, držanje divljih životinja i sl. Nebriga ili nemar definira se kao manjak brige koja je propisana pravilima ili zakonom. Odvjetnici, strojarji, liječnici, građevinski radnici su samo neki od primjera poslova na kojima se može dogoditi nemar. Primjerice građevinski radnik koji sudjeluje u izgradnji nekog objekta može nemarno odrađivati svoj posao čime se smanjuje kvaliteta izgradnje objekta i dovodi se u pitanje sigurnost.

### 3. UPRAVLJANJE RIZICIMA

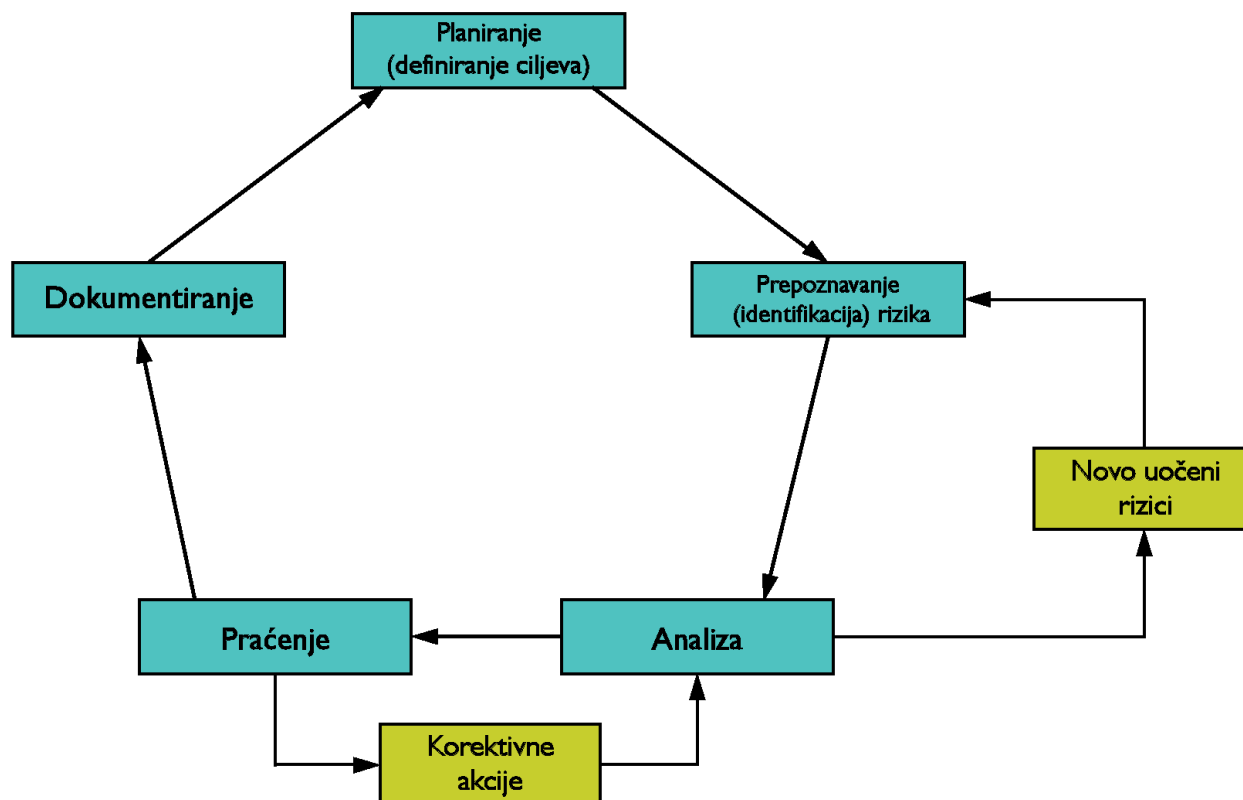
Upravljanje rizicima dio je svakodnevnog života pojedinca, radnika, pravne osobe ili poduzeća. Pojedinac se, primjerice [2], suočava s upravljanjem rizicima svakodnevno prilikom ulaska u automobil i vezanja sigurnosnim pojasom čime nastoji umanjiti rizik nesreće, osim toga ljudi svakodnevno upravljaju rizicima tako što pokušavaju jesti odgovarajuću hranu kojom održavaju dobro zdravstveno stanje. Radnici svih poduzeća nastoje upravljati rizicima u poslovanju njihovom analizom i odgovarajućim odlukama i postupcima kojima nastoje umanjiti taj rizik.

Sam proces upravljanja rizicima može se opisati kao skup odgovarajućih metoda koje su nastale u praksi, a koje se koriste fleksibilno i zajedno prema potrebi. U osnovi, proces upravljanja rizicima je multi-disciplinarni proces kojemu je u cilju rješavanje problema rizika koristeći različita znanja i discipline. [2] To je sustavni proces za identifikaciju, analizu i procjenjivanje rizika, odnosno mogućnosti nastanka štete sa kojima se suočava neka organizacija ili pojedinac, kao i za odabiranje najboljeg načina za obradu, odnosno tretman ovih mogućih rizika, a u skladu sa ciljevima i težnjama organizacije ili pojedinca. [8]

Cijeli proces upravljanja rizicima treba biti jasno i jednoznačno definiran sa svim podacima i koracima za svaku fazu procesa. U slučaju da je cijeli proces jednoznačno definiran on postaje objektivniji i mjerljiv te ga je moguće unaprijediti. Čak i vrlo objektivniji proces bazira se na prepoznavanju rizika od strane osoba koje se bave tim procesom, pa se tako u svakom procesu upravljanja rizicima javlja i subjektivna strana upravljanja. Subjektivnu stranu karakterizira stručnost osoba koje se bave rizicima i mogućnost prepoznavanja pojedinih izvora rizika i načina njihova otklanjanja. Pri tome, ovisno o stručnosti osoba, moguća je pojava zanemarivanja detalja važnih za otkrivanje rizika što u konačnici može imati vrlo veliku ulogu u samoj kvaliteti procesa upravljanja, prema tome moguće je zaključiti da proces upravljanja rizikom uvelike ovisi o mogućnosti identifikacije problema i određivanja protumjera.

Uspješnost upravljanja rizikom ne ovisi samo o stručnosti osoba već o njihovom pristupu. Prema tome, potrebno je definirati korake procesa upravljanja kako bi osobe koje se bave rizicima mogle obuhvatiti sve moguće informacije nužne za uspješno otklanjanje rizika.

U nastavku je prikazana shema procesa upravljanja rizikom sa definiranim koracima.



Slika 7. Proces upravljanja rizicima [9]

Proces upravljanja rizikom sastoji se od pet koraka:

- planiranje (definiranje) ciljeva,
- prepoznavanje (identifikacija) rizika,
- analiza,
- praćenje,
- dokumentiranje.

Osim osnovnih pet koraka javljaju se i dva dodatna koraka: korektivne akcije i novo uočeni rizici.

Proces upravljanja rizikom često započinje s procesom planiranja (definiranja) ciljeva.

*Planiranje* je kontinuiran i organiziran proces unutra procesa upravljanja rizikom te ima svoju strategiju i ciljeve i definira odgovornosti, resurse i način rada. Rezultat procesa planiranja je plan za upravljanje rizicima (eng. *Risk Management Plan*). [9] Proces planiranja često je i jedan od najznačajnijih koraka u procesu upravljanja rizicima, te dobar plan za upravljanje rizicima može uvelike umanjiti obujam posla i povećati kvalitetu procesa upravljanja rizicima. Proces planiranja sastoji se od definiranja ciljeva, prikupljanja informacija, definiranje kriterija procjene rizika, analize prošlih događaja iz dokumentacije,

okupljanja stručnog tima i u konačnici izrada plana za upravljanje rizicima. Nakon izrade cjelokupnog plana za upravljanje rizicima potrebno je identificirati moguće rizike i odrediti prema kojim rizicima će se primjeniti protumjere.

*Prepoznavanje (identifikacija)* rizika ključan je korak u cjelokupnom procesu upravljanja rizicima. Kako bi se uspješno smanjio konačni rizik potrebno je prepoznati sve moguće uzroke što je često vrlo dugotrajan posao koji zahtijeva veliku stručnost. Stručnjaci se koriste različitim metodama prepoznavanja rizika. Prema [9] neke od metoda za identifikaciju rizika su:

- oluja mozgova (eng. *brainstorming*) – najčešće primjenjena tehnika,
- simulacija/modeliranje,
- praćenje financijskih pokazatelja,
- analiza kritičnih zona,
- analiza terminskog plana,
- delphi tehnika – pronalaženje konsenzusa stručnjaka na temu,
- usporedbe iskustava – razgovori i prikupljanje mišljenja (npr. drugih voditelja projekata),
- SWOT tehnika (eng. *Strength, Weakness, Opportunities, Threats*),
- kontrolne liste (eng. *check lists*) – liste napravljene na temelju iskustava,
- provjera pretpostavki,
- dijagramske tehnike
  - dijagram uzroka-posljedica (Ishikawa dijagram ili riblja kost),
  - dijagram toka procesa,
  - dijagram utjecaja – razrada tehnika pojedinačno.

Koja od navedenih metoda će se koristiti pri prepoznavanju rizika ovisi o području poslovanja kojime se poduzeće bavi i provodi proces upravljanja rizika. Neke od navedenih metoda se temelje na timskom radu te se sastoje od razrađenih koraka koji se prate prema donošenju odluke. Nakon identifikacije svih mogućih rizika unutar nekog procesa potrebno je rizike dokumentirati, odnosno zapisati te potom analizirati pronađene rizike kako bi se mogle izvršiti protumjere.

*Analiza rizika* je proces koji slijedi nakon identifikacije svih rizika, a sastoji se od sistematizacije rizika s obzirom na njihov uzrok, vjerojatnost događaja, financijski utjecaj, ostale utjecaje i specifičnosti te međuodnose rizika. [9] Svrha procesa analize rizika je pronalaženje i kvantificiranje prioriternih rizika (nivo utjecaja) te prema njihovoj vrijednosti poduzimanje potrebnih akcija. S obzirom na vrijednost (nivo) negativnog utjecaja rizika, jedna od podjele rizika je podjela na:

- kritične rizike – oni koji mogu dovesti do obustavljanja procesa, prekida rada, značajnog kvara ili bankrota,
- važne – oni rizici koji imaju značajan financijski utjecaj, ali ne dovode do prekida poslovnih procesa,
- nevažne – oni rizici koji utječu na rad, ali se ne moraju nužno ukloniti.

Analiza rizika u nekim je slučajevima najvažniji korak u cjelokupnom procesu upravljanja rizicima iz razloga što govori prema kojim rizicima je nužno primjeniti određene akcije, te ih klasificira prema njihovom prioritetu. Nakon detaljne analize svaki rizik potrebno je dokumentirati prema određenoj formi u kojoj se nalaze podaci o riziku: mogući uzroci, procjene vjerojatnosti, moguće posljedice, plan akcija, odgovorne osobe i slične važne informacije o riziku.

Prilikom analize rizika moguće je uočiti i novonastale rizike koji se prethodno nisu mogli prepoznati. Dedukcijom određenih uzroka rizika moguće je zaključiti kako ti uzroci jednog rizika mogu biti i uzroci nekog sasvim drugog rizika kojeg je nemoguće bilo otkriti. Nakon uočavanja novih rizik potrebno ih je dokumentirati i analizirati kao i prethodno pronađene rizike, a proces analize i prepoznavanja novih rizika vrši se sve dok stručni tim zaključi da nema novih rizika ili njihovih uzroka. Nakon detaljne analize postoje dva smjera u kojima mogu ići daljnji koraci. Jedan smjer nalaže da se poslije analize na pojedinim rizicima izvrše korektivne akcije, a drugi smjer nalaže da se rizici prate.

*Korektivne akcije* su dio procesa upravljanja rizicima gdje se na temelju analize određenim metodama nastoje umanjiti rizici pomoću postojećih i mogućih resursa. Iako se pod pojmom *upravljanje rizicima* često misli upravo na korekciju rizika, ono je samo mali dio cjelokupnog procesa. Svaka korektivna akcija mora biti zabilježena u knjigama u kojima se navodi što je poduzeto, u kojem vremenskom periodu i s kojim ciljem, tko je odgovorna osoba i u kojem se vremenskom periodu, ako je potrebno, mora ponovo poduzeti akcija. Nakon svake korektivne akcije proces se ponovo vraća u fazu analize rizika iz razloga što se događaju izmjene u procesu koje mogu potaknuti drugačije ishode poslovnih procesa.

*Praćenje* je kontinuirani proces nadgledanja i izvještavanja, a sastoji se od nadgledanja, procjenjivanja situacija i usklađivanja akcija. [9] Potrebno je napomenuti da u fazi praćenja ne dolazi do rješavanja postojećih problema, već je to sljedeći korak nakon faze korekcija i analiza rizika u kojemu se nastoje nadgledati prethodno dogovoreni planovi. Proces praćenja, iako djeluje nevažno, vrlo je važan radi prikupljanja novih informacija o sustavu kako bi se na temelju novog znanja mogle poduzeti nove akcije. Svaki poslovni sustav je dinamičan u okolini i u bilo kojem trenutku se može dogoditi njegova izmjena i pojava novih rizika pa je stoga i temeljan proces praćenja ponekad ključ minimizacije rizika. Kako bi proces praćenja bio uspješan potrebno je točno definirati odgovornosti u cjelokupnom procesu upravljanja rizicima – mora biti jasno tko je odgovoran, koje su akcije poduzete, tko ih je poduzeo, kada su poduzete, kada je potrebno ponovo kontrolirati proces i sl.

*Dokumentiranje* čini važan dio cjelokupnog procesa upravljanja rizicima iz razloga što daje osnovni pregled cijelog procesa, prati tijek procesa, obvezuje i osigurava redovito praćenje i izvještavanje, bilježi iskustva i činjenice te stvara bazu podataka za buduće slučajeve. [9] Prilikom dokumentiranja potrebno je paziti da su dokumenti potpuni i da su navedene sve informacije i podaci bitni za sustav, odnosno da je u potpunosti ispunjena forma predviđena za proces upravljanja rizikom. Kao i kod praćenja procesa, u dokumentiranju pojedinih akcija mora biti naznačeno tko ih je poduzeo i tko je odgovoran, kada je nastao dokument i s kojom svrhom. Neki od osnovnih dokumenata za arhiviranje su: lista prepoznatih rizika, plan upravljanja rizicima, lista prioriteta i dokument za praćenje rizika. [9] Namjenski se dokumenti dijele na: informacijske (sadrži podatke o izvoru informacije i informaciju), dokument za procjenu (izrađuje ga tim zadužen za praćenje te prikazuje prepoznate probleme, analizu i ostvarenje), dokument za upravljanje (prikazuje opcije i čini osnovu za odabir opcije upravljanja rizikom) i dokument za praćenje (prikazuje sažeti prikaz status rizika). [9]

Kompletirana dokumentacija svih koraka sprema se u agregiranu bazu podataka iz koje je u svakom trenutku moguće pregledati neki od dokumenata kako bi se dobio uvid u rad sustava. Takva baza podataka uvelike može olakšati proces upravljanja rizikom te biti veliki izvor informacija koje se mogu iskoristiti u procesu novog planiranja upravljanja rizicima. Iterativnim postupcima izvlačenja starih podataka iz baze podataka i izradom novog plana upravljanja rizicima, proces upravljanja postaje sve kvalitetniji i dovodi do minimizacije i u konačnici moguće eliminacije rizika, pa je stoga baza podataka vrlo važan dio procesa.

### 3.1. Ciljevi upravljanja rizikom

Proces upravljanja rizikom beznačajan je u slučaju da ne postoji neki cilj koji služi kao svrha samog procesa upravljanja rizikom. Ciljeve mogu postavljati primjerice stručni timovi koji će se baviti upravljanjem rizika, menadžeri ili mogu biti iskazani kao ciljevi cjelokupnog poduzeća. S obzirom da svaki pojedinac ili poduzeće ima neku vrijednost, odnosno svaki proces ili sustav ima svoju vrijednost, potrebno je promotriti kakav je odnos cijene rizika i vrijednosti poduzeća, procesa ili sustava.

Kao što je navedeno u ranijim poglavljima, rizici za sobom često donose negativne posljedice koje mogu umanjiti vrijednost imovine, pa je stoga u najširem smislu cilj upravljanja rizika smanjenje posljedica rizika, odnosno posljedice umanjenja vrijednosti imovine. Bez obzira na tip rizika, troškovi, odnosno cijena rizika obuhvaća pet glavnih komponenti:

1. *Očekivana šteta*
2. *Troškovi kontrole štete*
3. *Troškovi financiranja rizika*
4. *Troškovi smanjenja unutarnjeg rizika*
5. *Troškovi prestale neizvjesnosti koja je ostala poslije primjene plana za upravljanje rizikom.* [2]

Očekivana šteta je ona šteta koja obuhvaća direktne i indirektne troškove, odnosno direktnu i indirektnu štetu kao što je opisano u poglavlju 2.2.7. *Šteta*.

Troškovi kontrole štete obuhvaćaju one troškove nastale zbog povećanih mjera opreza i ograničavanja rizičnih aktivnosti u cilju smanjenja frekvencije i intenziteta štetnih događaja.

Troškovi financiranja rizika odnose se na troškove samofinanciranja, premije osiguranja i slično.

Troškovi smanjenja unutarnjeg rizika obuhvaćaju troškove analize i prikupljanja informacija i podataka za potrebe procesa upravljanja rizicima. [2]

Pojam cijena rizika obuhvaća sve navedene troškove, no potrebno je napomenuti da cijena rizika ponekad ima i veću važnost od gore navedenih troškova. Naime, cijena rizika ponekad ne predstavlja nužno samo materijalnu štetu na imovini, već ona može označavati i gubitak života ili drugi oblik neprocjenjive vrijednosti, pa je stoga cijena rizika vrlo visoka, čak i kad ju nije moguće točno odrediti. No, za potrebe ovoga rada cijena rizika označavati će materijalnu vrijednost imovine, odnosno posljedice rizika koji utječu na njeno smanjenje. S



obzirom kako posljedice rizika umanjuju vrijednost imovine, moguće je postaviti jednadžbu koja povezuje ova dva pojma.

$$\text{Cijena rizika} = \text{Vrijednost bez rizika} - \text{Vrijednost s rizikom},$$

odnosno,

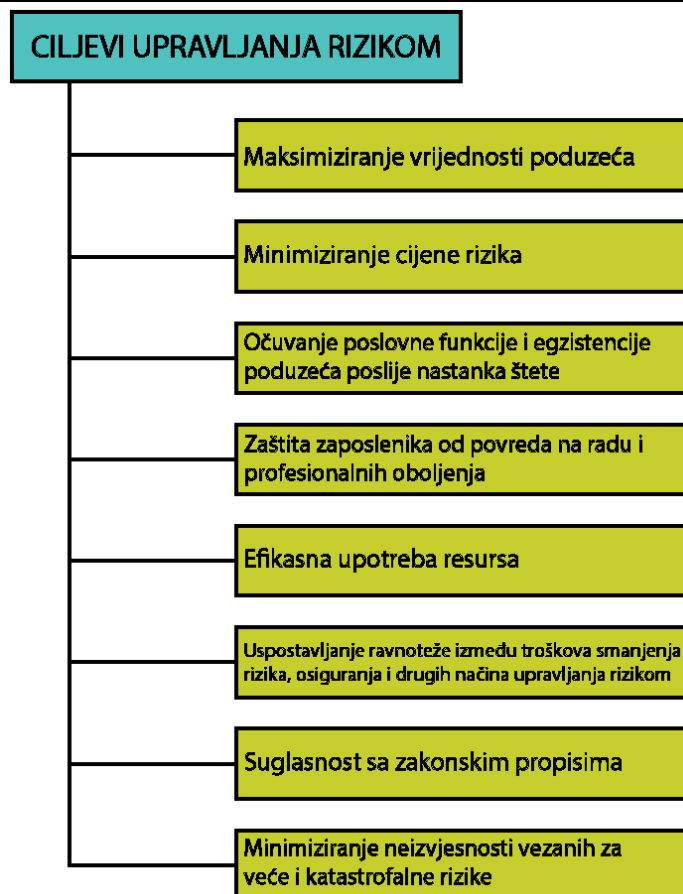
$$\text{Vrijednost s rizikom} = \text{Vrijednost bez rizika} - \text{Cijena rizika}.$$

S obzirom da ne postoji sustav ili proces koji u sebi nema nikakav rizik, tako je i vrijednost s rizikom zapravo imaginarna vrijednost koju je nemoguće postići u realnom svijetu, no to je maksimalna vrijednost koju neko poduzeće, sustav ili proces može imati u danom trenutku pa je dobra usporedba sa realnom (stvarnom) cijenom poduzeća.

Iz gornjih jednadžbi može se zaključiti kako stvarna vrijednost poduzeća, sustava ili procesa pada sa porastom cijene rizika, pa je prema tome primarni cilj procesa upravljanja rizicima minimiziranje cijene rizika, odnosno istovremeno maksimiziranje vrijednosti poduzeća, sustava ili procesa.

Kako bi proces upravljanja rizikom bio uspješan, svako poduzeće mora točno odrediti i definirati koji su ciljevi njenog programa upravljanja rizikom, odnosno što od njega očekuju. Jedan od glavnih ciljeva svakog poduzeća je održavanje poslovnih procesa, odnosno osigurati takve radne uvjete da se svi poslovni procesi odvijaju neometano kako bi se postigla minimizacija dodatnih troškova i povećanje prihoda. Osim povećanja prihoda, jedan od važnijih ciljeva je svakako i osiguranje radnika od povreda, društvena odgovornost i čuvanje dobrih odnosa sa javnošću. [2] Svaki menadžer rizika mora biti siguran da je plan upravljanja rizikom izrađen tako da poduzeće može čak i u slučaju pojave štete i dalje poslovati i izvršavati poslovne procese. Menadžeri također moraju biti u stanju donositi odluke koje će sačuvati zdravlje svojih radnika, što znači da će ponekad morati i prihvatiti rizik pojave štete na imovini ili porasta troškova poduzeća, a sve s ciljem očuvanja zdravlja radnika. Pri tome se nalaže da poduzeće mora poslovati odgovorno u odnosu na okruženje, zaposlene, dobavljače, kupce i zajednicu u kojoj posluje. [2]

Neki od ciljeva procesa upravljanjem rizicima poduzeća prikazani su na Slici 8.



Slika 8. Osnovni ciljevi upravljanja rizikom [2]

Na Slici 8 vidljivo je kako proces upravljanja rizikom ne obuhvaća samo one rizike koji uzrokuju direktnu štetu, već uzima u obzir i elemente koji mogu uzrokovati veliku financijsku štetu na poduzeću, primjerice neefikasna upotreba resursa ili nesuglasnost sa zakonskim propisima.

Navedeni ciljevi mogu se potom klasificirati u dvije kategorije:

a) ciljevi prije nastanka štete – gubitka:

- ekonomska spremnost poduzeća za potencijalne štete,
- smanjenje zabrinutosti od posljedica štete,
- ispunjenje obaveza vanjskih faktora,

b) ciljevi poslije nastanka štete – gubitka:

- opstanak poduzeća i njegovih poslovnih aktivnosti,
- produžetak poslovnih aktivnosti,
- stabilnost zarade,

- kontinuirani rast poduzeća,
- socijalna odgovornost. [2]

Prema navedene dvije kategorije moguće je zaključiti da proces upravljanja rizicima ne obuhvaća samo onaj vremenski period prije ostvarenja nekog rizika, već i onaj period nakon njegovog nastanka, nakon nastanka štete ili gubitka. Period nakon nastanka štete iznimno je važan za poduzeće jer određuje da li poduzeće može nastaviti poslovati nakon negativnih posljedica rizika te da li će biti upitna stabilnost zarade nakon takvih događaja. Dobri menadžeri rizika će osim vrlo dobre početne minimizacije rizika njihovom analizom i akcijama s ciljem smanjenja rizika, planiranjem rizika obuhvatiti i mogućnosti ishoda raznih rizika i načine s kojima se poduzeće može nositi s njima. U tehničkim sustavima, predviđanje ovakvih rizika je uvelike olakšano razvojem senzorike i strojnog učenja što će biti opisano u kasnijim poglavljima.

Kontinuirani rast poduzeća nakon stvaranja direktne štete primarni je cilj menadžmenta nakon posljedica rizika. Uspješno poduzeće tokom svojeg stabilnog poslovanja mora biti u financijskoj mogućnosti poslovati određeno vrijeme čak i nakon obustave svojih poslovnih procesa, odnosno mora biti financijski stabilno da bi moglo pokriti dodatne troškove nastale negativnim posljedicama rizika. Nastala indirektna šteta ponekad može uzrokovati velike gubitke u poduzeću koji mogu utjecati na sve zaposlene, klijente, kupce, poslovne partnere i na šire društvo. Prema tome, poduzeće mora u svojem planu upravljanja rizika obuhvatiti i socijalnu odgovornost koja će minimizirati utjecaj na pojedince i društvo. Primjerice, obustavom rada nekog proizvodnog sustava može se dogoditi da veliki broj zaposlenika izgubi posao na što poduzeće mora biti spremno, odnosno mora biti u mogućnosti takvim zaposlenicima isplatiti otpremninu ili im pomoći u bilo kojem pogledu.

Na kraju, svako poduzeće koje izrađuje planove upravljanja rizicima mora obuhvatiti cjelokupne rizike nekog proizvodnog ili poslovnog procesa. Taj plan obuhvaća sve rizike počevši od same investicije u neki proizvodni pogon ili poslovni proces, do njegova rada i stvaranja prihoda te načina održavanja tog sustava stabilnim i eliminiranjem svakodnevnih rizika, pa sve do pojave štete na tom sustavu i načina saniranja takve štete, očuvanja poslovnih aktivnosti i kontinuiranog rasta te u konačnici i socijalne odgovornosti prema pojedincu i društvu. S obzirom da je takav proces planiranja upravljanja rizikom često vrlo kompleksan i zahtjevan iz razloga što je ponekad potrebno poduzeti odluke koje su od velike strateške važnosti i mogu dovesti do uspjeha ili pada poduzeća, potrebno je razviti smjernice u procesu upravljanja koje poduzećima mogu pomoći u upravljanju vlastitim rizicima. Ove

smjernice obuhvaćene su ISO normama pod nazivom ISO 31000 *Upravljanje rizicima – načela i smjernice o primjeni*.

### 3.2. Norme za upravljanje rizicima – ISO 31000

U poglavlju 3.1. *Ciljevi upravljanja rizikom* opisano je kako je proces planiranja upravljanja rizikom vrlo kompleksan, često nejasan i vremenski zahtjevan za poduzeća. Prema tome, kako bi se menadžerima rizika donekle olakšao posao, razvijene su smjernice koje je potrebno ispuniti kako bi se razvio kompletan plan upravljanja rizikom. Ove smjernice opisane su u ISO normi ISO 31000. Norma ISO 31000 preporučuje da organizacije razvijaju, provode i neprekidno poboljšavaju okvir kojemu je svrha integracija procesa za upravljanje rizikom u sveukupno upravljanje organizacijom, u strategiju i planiranje, u upravljanje, u procese izvješćivanja, politike, vrijednosti i kulturu. Prihvatanje usklađenih procesa upravljanja rizikom može pomoći da se u organizaciji rizikom upravlja djelotvorno i usklađeno.

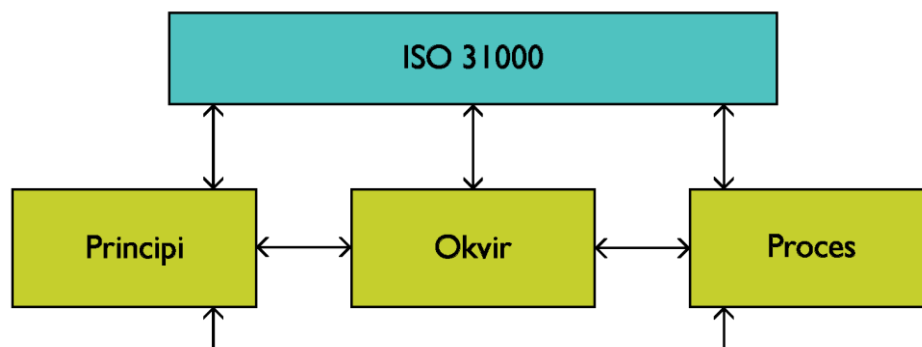
Generički pristup opisan u normi ISO 31000 daje načela i upute za upravljanje svakim oblikom rizika na sustavan, razvidan i vjerodostojan način, u svakome području primjene i u svakome kontekstu. Svaki posebni sektor ili primjena upravljanja rizikom ima svoje posebne potrebe, gledišta i kriterije. Stoga je ključno svojstvo norme ISO 31000 uključivanje „utvrđivanja konteksta“ kao aktivnosti na početku procesa upravljanja rizikom. Utvrđivanje konteksta mora obuhvatiti ciljeve organizacije, okoliš u kojem ona djeluje na ostvarenju tih ciljeva, njezine dioničare te posebne kriterije rizika, što može pomoći u otkrivanju i ocjeni naravi i složenosti njezinih rizika. [10]

Potrebno je istaknuti da ISO 31000 nije namijenjena za certificiranje iz razloga što poduzeća u primjeni nemaju nikakve zahtjeve već norme služe kao smjernice za vlastito planiranje upravljanja rizicima.

Norma ISO 31000 podijeljena je u tri cjeline:

1. *Principi norme*
2. *Okviri*– okviri prema kojima se norma provodi
3. *Procesi* – proces provođenja upravljanja rizikom.

Između svih cjelina postoji interakcija te one djeluju zajednički prema cilju upravljanja rizikom.



**Slika 9. Sastavnice ISO 31000 norme**

Svaka od sastavnica detaljno je objašnjena u narednim poglavljima.

### **3.2.1. Principi norme ISO 31000**

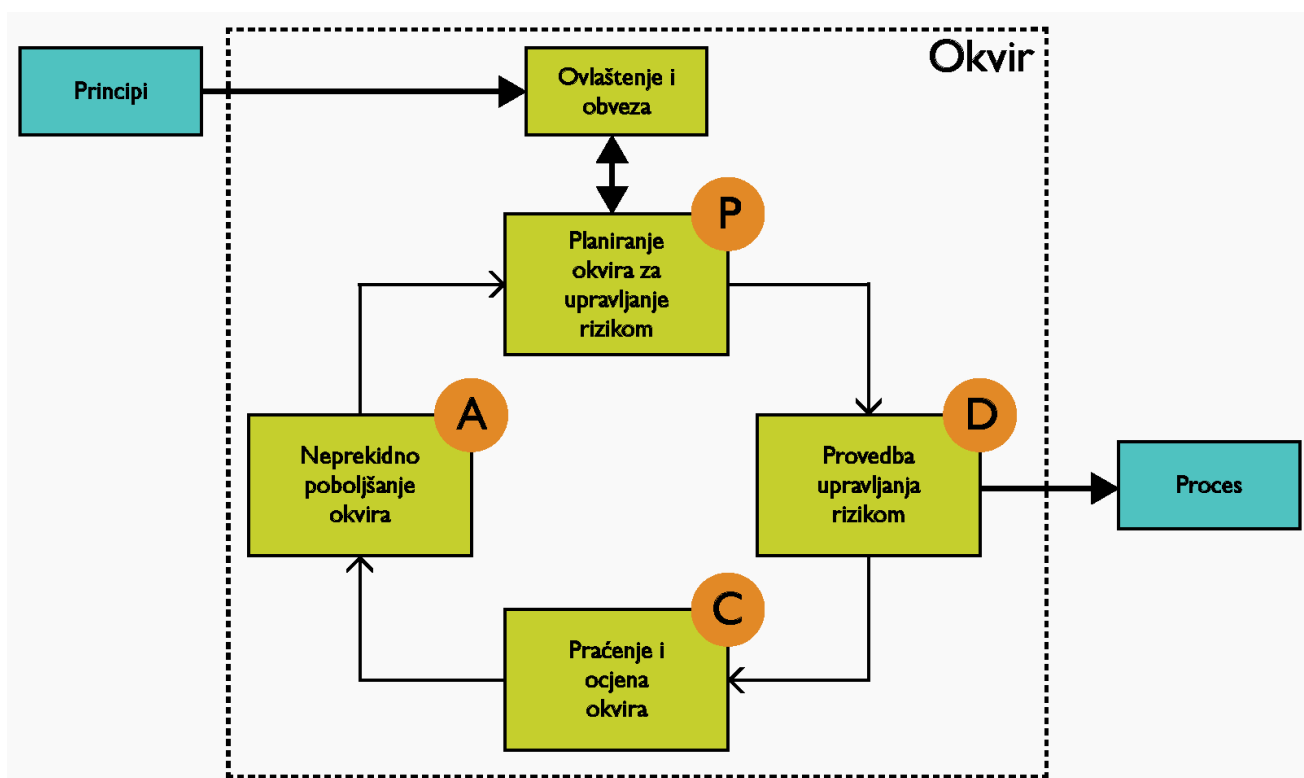
Prvi korak u uspješnom stvaranju plana za upravljanje rizicima je implementacija 11 glavnih principa ISO 31000 norme. Principi (načela) norme su:

1. *Stvara vrijednost* – upravljanje rizicima treba stvarati i štitići vrijednosti poduzeća
2. *Sastavni dio organizacijskih procesa* – nalaže da upravljanje rizicima treba biti ključan (integralni) dio procesa upravljanja poslovnim procesima
3. *Dio donošenja odluka* – upravljanje rizicima treba biti sastavni dio u procesu donošenja odluka
4. *Izravno otvara pitanje nesigurnosti* – odnosi se na sve aktivnosti u kojima je prisutna neizvjesnost (rizik)
5. *Sustavno, ustrojeno ni pravodobno* – proces mora biti jasno definiran i strukturiran te izvršen u točno odgovarajućem trenutku
6. *Temelji se na najboljim raspoloživim podacima* – proces upravljanja rizicima sastoji se od najnovijih i najtočnijih dostupnih informacija i podataka
7. *Stvara se po mjeri* – upravljanje rizicima mora biti prilagođeno konkretnoj situaciji
8. *Uzima u obzir ljudske i kulturne faktore*
9. *Razvidno i obuhvatno* – upravljanje rizicima mora biti transparentno
10. *Dinamika, iterativna i reagira na promjenu* – upravljanje rizicima je dinamično te je proces iterativan, odnosno sklon poboljšanjima
11. *Olakšava neprekidno poboljšanje i bolji rad organizacije*

### 3.2.2. Okvir norme ISO 31000

Uspješnost plana upravljanja rizicima unutar ISO 31000 norme ovisi o efikasnosti okvira same norme. Okvir norme služi kao poveznica između principa i procesa provođenja te pruža temelje uspješnosti i povezanosti upravljanja rizika i poslovnih procesa. Procesi unutar okvira prikazani su Demingovim PDCA (Plan, Do, Check, Act) krugom koji se sastoji od sljedećih cjelina:

- P (eng. *plan*) – planiranje i uspostavljanje ciljeva i procesa nužnih za ostvarivanje rezultata u skladu sa zahtjevima kupca i politikom organizacije,
- D (eng. *do*) – primjena procesa
- C (eng. *check*) – nadziranje i mjerenje procesa i proizvoda s obzirom na postavljenu politiku, ciljeve i zahtjeve,
- A (eng. *act*) – poduzimanje radnji za daljnje poboljšavanje procesa. [11]



Slika 10. Okvir ISO 31000 norme

Usporedbom Slike 10 i Slike 7 u poglavlju 3. *Upravljanje rizicima*, može se zaključiti kako su dijagrami vrlo slični, odnosno da je iz teorijskog dijagrama prikazanog na Slici 7 proizašao i normirani dijagram u ISO 31000 prikazan na Slici 10.

Prvi korak unutar okvira predstavlja ovlaštenje i obvezu, odnosno mora se znati tko je točno odgovoran za provođenje procesa upravljanja rizicima, a cjelokupno poduzeće se mora obvezati da će čvrsto i odlučno voditi proces upravljanja rizicima prema izrađenim planovima. Vodstvo poduzeća pri tome mora pružiti potpunu podršku i sve moguće resurse potrebne za provođenje procesa, osim ako oni nisu u konfliktu sa uobičajenim poslovnim procesima.

Sljedeći korak unutar okvira je planiranje okvira za upravljanje rizikom. Prije samog planiranja i izrade, potrebno je razumjeti područje unutar kojega će se proces upravljanja primjenjivati, što znači da je potrebno razumjeti vanjske i unutarnje faktore koji definiraju organizaciju. Nakon detaljnog proučavanja područja unutar kojega se okvir izrađuje, potrebno je uspostaviti politiku upravljanja rizicima unutar koje se prikazuju ciljevi uvođenja procesa upravljanja, razlozi uvođenja, povezanost ciljeva organizacije i ciljeva upravljanja rizikom, metode koje će se primjenjivati, dodjeljivanje resursa i slično. Kada su se odredili ciljevi, metode i resursi, potrebno je odabrati odgovoran tim koji će razvijati, uvoditi i održavati okvir upravljanja rizikom. Nakon odabiranja stručnog tima, članovima tima se dodjeljuju poslovi i odgovornosti koje moraju ispuniti, te se uvodi analiza performansi koja će mjeriti uspješnost rada pojedinca, tima i u konačnici uspješnost cjelokupnog procesa upravljanja rizicima.

Nakon postavljanja ciljeva, metoda, resursa i odgovornih osoba, proces upravljanja rizicima potrebno je integrirati u organizacijski proces cjelokupnog poduzeća. Razlog tome je što proces upravljanja koji nije integriran u sam proces poslovanja ne daje ni približno točne ni dobre rezultate u minimizaciji rizika. Razlozi lošijih rezultata su neposvećenost radnika procesu upravljanja rizicima te loše odluke uprave koja ne prepoznaje važnost procesa upravljanja rizicima. Prema tome, integracija procesa upravljanja ima približno jednaku važnost kao i sam razvoj procesa upravljanja, te je integracija jedan od primarnih ciljeva planiranja okvira.

Treći korak unutar okvira je provedba upravljanja rizikom. Provedba se temelji na prethodnom koraku planiranja okvira. Unutar ovog koraka poduzeće mora definirati strategiju kojom će provoditi plan upravljanja rizikom i vremenski rok uvođenja, mora osigurati dovoljno resursa za neometano provođenje plana, te održavati informativne i edukacijske sastanke kako bi se plan mogao ostvariti.

Četvrti korak unutar okvira je praćenje i ocjenjivanje (ispitivanje) okvira. Kako bi proces upravljanja rizikom bio uspješan, on se mora moći analizirati i kvantificirati kako bi se u vremenskim periodima mogli uspoređivati rezultati. Osim usporedbe rezultata, unutar ovog

koraka moguće je pronaći nove rizike koje je potrebno prijaviti i izraditi u sljedećoj iteraciji plana novi plan koji će uključivati i novootkrivene rizike.

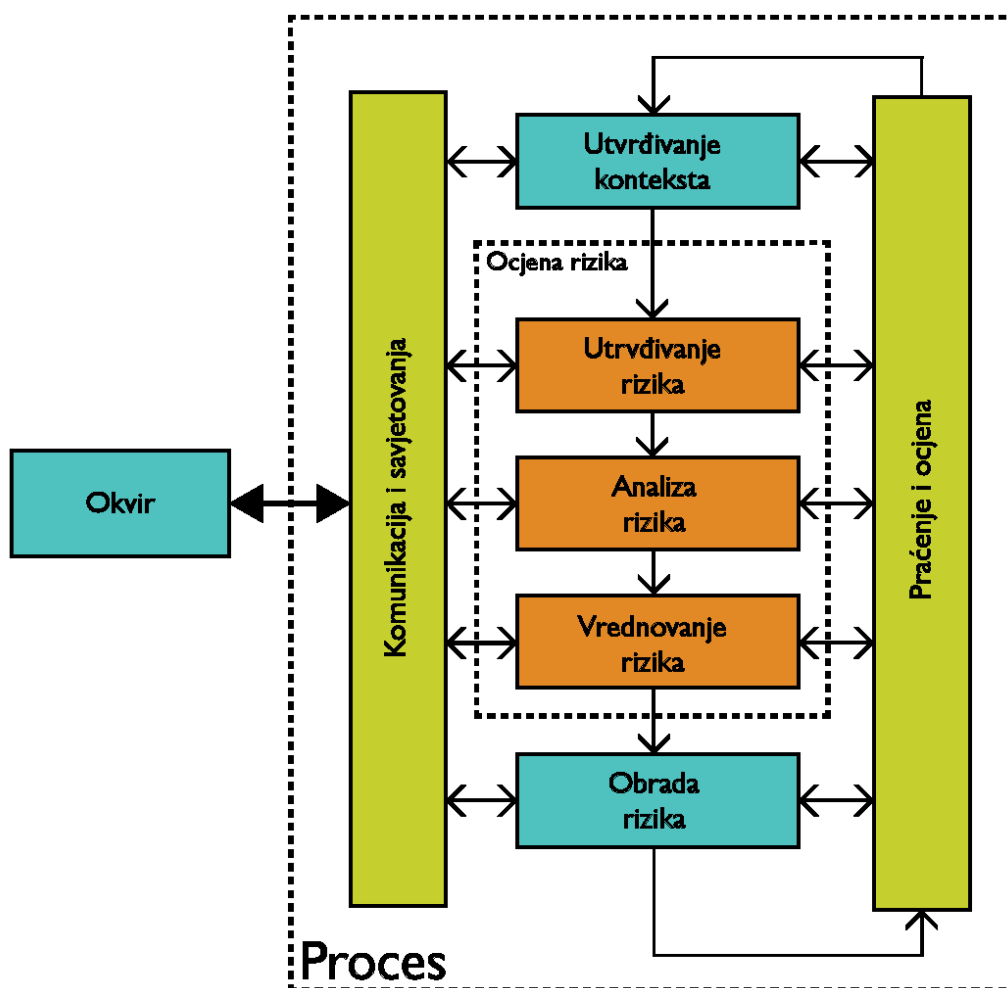
Zadnji korak okvira je neprekidno poboljšanje okvira. Kao što je ranije navedeno, proces upravljanja rizicima je iterativan proces unutar kojega postoji mogućnost poboljšanja. Nakon prethodna četiri koraka, tim za upravljanje rizicima prikupiti će veliki broj novih informacija koje mogu biti iskorištene u sljedećem planiranju procesa upravljanja.

Nakon što je poduzeće prema vlastitim potrebama izvršilo korake unutar okvira norme, može preći u sljedeću fazu upravljanja rizicima – proces.

### 3.2.3. Proces norme ISO 31000

Sam proces upravljanja rizikom mora biti sastavni dio vođenja poslovanja, mora biti ugrađen u vrijednosti i ciljeve poslovanja i prilagođen vrsti posla kojime se poduzeće bavi.

Dijagram procesa norme ISO 31000 prikazuju se sljedećim dijagramom:



Slika 11. Proces ISO 31000 norme



Proces upravljanja rizicima prema ISO 31000 normi započinje nakon stvaranja okvira, te je prvi korak unutar procesa stvaranje plana za komunikaciju i savjetovanje. Komunikacija predstavlja vanjsku i unutarnju komunikaciju tima odgovornog za upravljanje rizicima i vodstva poduzeća. Kvaliteta komunikacije vrlo je bitna iz razloga što se kvalitetnim prijenosom informacija između pojedinih članova tima ili tima i vodstva poduzeća osiguravaju ispravne i dobro strukturirane odluke u poslovanju.

Sljedeći korak unutar procesa upravljanja je utvrđivanje konteksta unutar kojega poduzeće određuje svoje ciljeve i parametre. Iako ovaj korak postoji i unutar planiranja okvira, ovdje se određivanje ciljeva određuje u najmanje detalje pomoću detaljne analize sustava. Pri tome se određuju unutarnji i vanjski konteksti, gdje unutarnji konteksti označavaju sve one parametre koji se pojavljuju unutar poduzeća (unutrašnje stanje organizacije), a vanjski konteksti prikazuju one parametre iz vanjskog okruženja poduzeća koji mogu utjecati na njegovo poslovanje i ciljeve. Pri tome, unutarnji konteksti su naročito bitni upravo radi detaljne analize svih parametara u poduzeću koji mogu utjecati na njegovo poslovanje (organizacijska struktura, ciljevi, misija i vizija poduzeća, kapacitet poduzeća, sustav komunikacije, postojeći standardi i sl.). Osim vanjskih i unutarnjih konteksta, potrebno je utvrditi i kontekst upravljanja rizikom, odnosno definirati ciljeve procesa upravljanja rizikom, odgovornosti, raspon aktivnosti, definirati procese, funkcije, projekte, metode procjene rizika, metode mjerenja uspješnosti procesa, definiranje resursa i slično.

Sljedeći korak u procesu upravljanja je ocjena, odnosno procjena rizika. Procjena rizika je naziv za proces koji obuhvaća utvrđivanje, analizu i vrednovanje rizika. Kako bi se proces procjene rizika pojednostavio, razvijeni su mnogi standardizirani alati za procjenu rizika. Metode i alati za procjenu rizika biti će detaljno opisani u narednim poglavljima ovoga rada.

Nakon procjene rizika potrebno je rizik obraditi, odnosno izvršiti određene akcije s ciljem njegova smanjivanja. U analizi rizika izrađuje se i lista prioriteta koja se poštuje u obradi rizika, pri čemu prema zanemarivim rizicima ne moraju vršiti nikakve akcije, dok je prema srednjim i velikim rizicima potrebno izvršiti određenu radnju, odnosno odabir alata za obradu rizika. Radnja koju neko poduzeće vrši prema riziku ne mora nužno biti sankcijska, odnosno da umanjuje rizik. Radnje mogu biti:

- izbjegavanje rizika,
- transfer rizika,
- upravljanje gubitkom,

- razvrstavanje sredstava,
- prihvaćanje rizika. [1]

Izbjegavanje rizika najjednostavniji je način pristupa riziku. U slučaju izbjegavanja, poduzeće se ograđuje od svih utjecaja rizika na poduzeće te odlučuje ne poduzimati nikakve radnje vezane uz njegovo postojanje. Radnju izbjegavanja poduzeće može primjeniti u slučaju da smatra da su posljedice rizika prevelike. Primjerice, poduzeće koje želi investirati u dionice nekog drugog poduzeća može smatrati kako je rizik te investicije prevelik i moguće su vrlo negativne posljedice na poslovanje, pa iz tog razloga izbjegava dodatne investicije. Radnja izbjegavanja događa se često u slučaju da poduzeće ili pojedinac nema dovoljno informacija o budućim ishodima te ne može donijeti čvrstu odluku oko poduzimanja novih odluka. Takva odluka ponekad može biti vrlo korisna za pojedinca ili poduzeće iz razloga što se izbjegavaju dodatni troškovi ili propale investicije, ali može biti i negativna iz razloga što pojedinac ili poduzeće izbjegavaju priliku koja bi u budućnosti mogla povećati prihode.

Transfer rizika predstavlja ograđivanje poduzeća od rizika u slučaju financijske štete. Transfer se vrši tako da pojedinac ili poduzeće angažiraju neku od osiguravajućih kuća, odnosno plaćaju premiju kako bi ih ona zaštitila u slučaju velikih financijskih gubitaka.

Upravljanje gubitcima mjera je kojom pojedinac ili poduzeće nastoje umanjiti negativne posljedice (pojava štete) rizika. Poduzeće je svjesno pojave gubitaka zbog ostvarivanja posljedica rizika, pa sukladno tome nastoji stvoriti plan i odluke kojima će umanjiti nastalu štetu. Primjer upravljanja gubitcima može biti poduzeće koje proizvodi mobilne uređaje te nakon određenog vremena saznaje da su uređaji izrađeni s greškom. U tom slučaju, poduzeće analizom rizika mora odlučiti da li je financijski isplativije povući cijelu seriju uređaja ili korisnicima ponuditi opciju popravka greške na uređaju. Kontrola štete i upravljanje gubitcima ponekad mogu poduzeću veoma naštetiti u slučaju donošenja krivih odluka, ali mogu i poduzeću omogućiti daljnje poslovanje i kontinuirani rast, pa je stoga analiza rizika ključan korak u upravljanju gubitcima.

Razvrstavanje sredstava poduzeću može pomoći u kontroliranju nastale štete. U ovom procesu poduzeće financira nastalu štetu ili gubitke iz drugih unutarnjih procesa. Time se, ako su odluke ispravne, ukupno poslovanje poduzeća ne dovodi u rizik iz razloga što će oba procesa nastaviti s izvršavanjem, iako će u jednom procesu biti smanjena mogućnost stvaranja prihoda. Razvrstavanje sredstava poduzeću predstavlja dodatni rizik unutar kojega oba procesa mogu biti dovedena u područje rizika i obustave procesa, što za poduzeće znači veliko smanjenje prihoda, no u slučaju ispravne analize rizika i ispravne financijske analize,

poduzeće može nastaviti s poslovanjem te financirati posljedice rizika iz drugih procesa i time osigurati kontinuirani rast poduzeća.

Prihvaćanje rizika suprotna je radnja izbjegavanju rizika. Poduzeća prihvaćaju rizik s ciljem ostvarivanja određenog prihoda, pri čemu je potrebno izvršiti detaljnu analizu oko profitabilnosti pothvata. U slučaju da je financijski dobitak veći od gubitka, poduzeće će prihvatiti rizik u poslovanju. Primjerice, poduzeće koje gradi novi proizvodni pogon, izvršiti će dugoročnu analizu poslovanja kako bi vidjelo da li će rizik upuštanja u takvu investiciju biti opravdan, odnosno da li će novi proizvodni pogon stvoriti dovoljno prihoda da bi pokrio inicijalne troškove i troškove uobičajenog rada, te stvorio profit. Prihvaćanje rizika svakako je radnja s najvećim potencijalnim rizicima pa zahtijeva i veliku posvećenost analizi koje donosi.

Nakon izvršenja pojedinih ili svih navedenih koraka ISO 31000 norme, poduzeće će stvoriti vlastiti pristup za upravljanje rizicima. Dobro razrađen pristup olakšati će poduzeću upravljanje vlastitim rizicima i pomoći će u njihovoj minimizaciji i u povećavanju prihoda, odnosno dobiti. Kao što je ranije navedeno, jedan od ključnih koraka unutar cjelokupnog procesa upravljanja rizicima je analiza rizika. Analiza rizika vrlo je rašireno područje koje se proučava desetljećima, pa su stoga razvijene i određene metode koje se mogu primjeniti u različitim područjima poslovanja. Teorijom analize rizika i njenim metodama bavi se i sljedeće poglavlje ovoga rada.

## 4. ANALIZA RIZIKA

U poglavlju 3. *Upravljanje rizicima* kao jedan od ključnih koraka navedena je i analiza rizika. Analiza rizika je skup metoda i postupaka koji omogućuju potpunije razumijevanje problema u situacijama strateškog odlučivanja i pomažu da se pronađe zadovoljavajuća strategija prema unaprijed postavljenom kriteriju izbora. Strukturiranjem i modeliranjem problema odlučivanja rizike se identificira, odnosno dijagnosticira, zatim se izmjeri njegova veličina, te se konačno na temelju razmatranja razdioba (distribucija) vjerojatnosti ključnih varijabli, njihovih međusobnih utjecaja i očekivanih konačnih rezultata, može izvršiti izbor dostatno dobre strategije. [12]

U 21. stoljeću industrija, odnosno tehnološka strana industrije, doživljava veliki rast koji omogućava tehnološkim sustavima velike poslovne mogućnosti. Razvojem naprednih tehnoloških sustava povećava se i njihova kompleksnost što za posljedicu donosi i povećanje rizika vezanih uz sustave. Porastom kompleksnosti raste i mogućnost kvara sustava, što u pojedinim slučajevima predstavlja veliki rizik za sigurnost radnika i okoline. Iz tog razloga, znanstvenici se posvećuju razvoju teorije analize rizika i metodama analize. U današnjici je teorija analize rizika razvijena da poduzećima pruža gotove sistematične metode za analizu i evaluaciju rizika. Metode su razvijene okupljanjem znanja iz više različitih znanstvenih područja poput strojarstva, fizike, matematike, ekologije, psihologije, statistike, sociologije, kemije, ekonomije i toksikologije. [13]

### 4.1. Pristupi analizi rizika

U konačnici, iz dugotrajnog razvoja teorije analize rizika razvijaju se, prema Ortwinu Rennu [13], četiri uobičajena pristupa analizi rizika:

1. *Inženjerski (tehnički) pristup* – jedan je od najstarijih pristupa orijentiran prema kvantifikaciji rizika prema tehnološkim karakteristikama nekog sustava, a bazira se na statističkoj analizi i metodama analize sustava. Pristup eliminira utjecaj čovjeka na sustav iz razloga što se utjecaji ne mogu kvantificirati pa se stoga i ne mogu uspoređivati sa utjecajom drugih elementana na sustav. Ovakav pristup daje ograničene rezultate iz razloga što se ne mogu svi elementi sustava kvantificirati pa se

pritom zanemaruju, što u konačnici znači da je ovim pristupom onemogućena detaljna analiza sustava.

2. *Pristup analize odluka* – uzima u obzir više dimenzija rizika, kao što su utjecaj na okoliš, ekonomski benefiti i gubitci i tehnički faktori sustava. Osobe koje potom donose odluke, analizom svih faktora stvaraju dodatne informacije koje im pružaju pomoć u donošenju odluka. Analiza se vrši tako da se svi faktori rizica ponderiraju te donosioci odluka procjenom vjerojatnosti iskazuju svoje mišljenje vezano uz pojedini rizik. Pri tome, donešena odluka bazira se na iskustvu donosioca koji sam bira model kojim će rizik analizirati, što u konačnici znači da će kvaliteta odluke uvelike ovisiti o subjektivnom pristupu donosioca odluke i njegovom znanju.
3. *Pristup percepcije rizika* – pokušava doći do saznanja zašto pojedinci pojedinim vrstama rizika daju različite važnosti koje se razlikuju od onih dobivenih kvantifikacijom i statističkom analizom.
4. *Politički pristup* – stavlja naglasak na proces donošenja odluke u vezi sa rizikom, a ne na njegove posljedice. Cilj ovog pristupa nije rješavanje problema, već predviđanje procesa, a fokusira se na društvene i političke procese gdje se u obzir uzimaju pojedinačni i društveni interesi, ograničenja institucija, komunikacija i promjenjiv odnos između osoba. [14]

Prema četiri navedena pristupa analizi rizika, moguće je zaključiti da svaki od pristupa ima drugačiji cilj provedene analize. Primjerice, tehnički pristup fokusira se na kvantifikaciju rizika, dok se politički pristup fokusira na metode upravljanja rizicima. Može se reći da navedena četiri pristupa zajedno čine četiri faze cjelokupne analize rizika: tehnički pristup za kvantifikaciju, pristup analize odluka i percepcije rizika za evaluaciju rizika i donošenje odluka, a politički pristup za proces upravljanja rizicima. Iako zajednički mogu činiti faze analize rizika, često se ne primjenjuju zajedno već pojedinačno iz razloga što se fokusiraju na različite ciljeve. Za uspješnu analizu rizika potrebno je znati područje u kojemu se ona vrši, posjedovati određeno znanje i potrebne informacije te prema svim navedenim faktorima odabrati jedan od pristupa koji odgovara vrsti problema koji se rješavaju.

## 4.2. Koraci analize rizika

Svaki pristup analizi sastoji se od unaprijed određenih koraka analize koje služe kao smjernice. Prema Ortwinu Rennu, postoji pet koraka unutar svakog pristupa, a za uspješnu analizu potrebno je izvršiti sve korake. Koraci su, prema [13]:

1. *Definicija „štetnih“ i „zanemarivih“ posljedica* – predstavlja subjektivan proces procjene koji se temelji na znanju osobe zadužene za analizu rizika. Određivanje koje posljedice su štetne, a koje zanemarive, uvelike ovisi o stručnosti osobe koja se bavi rizicima. Pri tome, nestručnost osobe može dovesti do zanemarivanja štetnih posljedica koje u konačnici mogu dovesti do velikih negativnih posljedica i stvaranja velike štete za poduzeće. Iz tog razloga, kao što je navedeno u ranijim poglavljima, formiranje stručnog tima za upravljanje rizicima jedan je od najvažnijih inicijalnih koraka u procesu upravljanja rizicima.
2. *Izbor najznačajnijih faktora unutar analize* – pri analizi rizika pojavljuju se mnogi faktori kao što su zdravstveni, ekološki, ekonomski, socijalni i politički faktori koji mogu utjecati na konačnu odluku. Iako se ne pojavljuju svi faktori istovremeno, postoji mogućnost pojave konflikta među faktorima, primjerice povećanje zdravstvene sigurnosti ujedno donosi i smanjenje ekonomske iskoristivosti nekog sustava. Pri tome, tim za analizu rizika mora odlučiti koji od faktora su najznačajniji i postići kompromis kojima će biti zadovoljeni svi uvjeti procesa i donešena ispravna odluka.
3. *Procjena veličine štete* – nakon identifikacije svih opasnosti, potrebno je pronaći uzroke rizika i kvantificirati njihove karakteristike od vremena njihova nastanka sve do posljedica koje nose. Nakon izvršene kvantifikacije rizika, matematičkim i računalnim modelima moguće je procijeniti veličinu štete koje oni mogu uzrokovati, a koja može utjecati na sustav, pojedinca, poduzeće ili društvo u cijelosti. U odnosu na procijenjenu veličinu štete donose se odluke u kojoj mjeri će se rizik sanirati, odnosno u slučaju da postoji opasnost od velike štete, uložiti će se više resursa u minimizaciju takvih rizika.
4. *Određivanje vjerojatnosti različitih ishoda* – u određivanju vjerojatnosti primjenjuje se jedna od četiri poznate metode:

- a. prikupljanje statističkih podataka o ponašanju izvora rizika u prethodnom periodu,
- b. prikupljanje statističkih podataka o kvarovima pojedinih sustava (npr. tehnoloških), koji predstavljaju rizik; sintetiziranjem svih podataka moguće je procijeniti opasnost kvara čitavog sustava ili podsustava,
- c. epidemiološka ispitivanja, koja traže značajnu korelaciju između izvora opasnosti i sposobnosti da na odgovarajući način reagiraju oni koji su u opasnosti,
- d. procjena vjerojatnosti ostvarivanja, od strane stručnjaka, laika i donosioca odluke. [14]

Problem određivanja vjerojatnosti je što se znanje o događajima bazira na događajima koji su se dogodili u prošlosti ili o procesima koji su imali sličan ishod rizika. Realni problemi često su pojava nesistematičnih i neočekivanih događaja koji utječu na uzroke rizika ili neočekivani utjecaj čovjeka na sustav. Predviđanje vjerojatnosti takvih događaja iz vjerojatnosti incijalnih događaja (vjerojatnost drugog stupnja) nije moguća unutar područja analize rizika, pa se stoga ona i ne uzima u obzir već se u cjelokupnom procesu upravljanja rizicima, sustav pokušava pripremiti na pojavu takvih vjerojatnosti povećanjem sigurnosti sustava.

5. *Prepoznavanje onih osoba, sustava ili poduzeća na koje će rizik imati utjecaj* – u analizi rizika nije dovoljno samo odrediti kakve su posljedice pojave rizika, već je nužno odrediti i na koga će taj rizik utjecati. Osim određivanja osoba, sustava ili poduzeća, odnosno određivanja na koga će rizik utjecati, potrebno je odrediti i kako će on utjecati na tog sudionika. Primjerice, dva različita procesa od kojih je jedan trenutačan, a drugi kontinuiran, mogu imati iste posljedice. Pri kontinuiranom procesu može se pojaviti takva posljedica koja će uzrokovati jednu smrt dnevno u vremenskom periodu od godine dana, a u trenutnom procesu može se dogoditi havarija unutar koje će 365 osoba izgubiti život u istom danu. Ishod rizika je u oba slučaja isti, iako se čini kako trenutačni proces ima puno veće posljedice od kontinuiranog. Osobe koje se bave analizom rizika moraju biti svjesne ovakvih vremenskih razlika, te moraju posjedovati dovoljno znanja kako bi odredile veličinu rizika. [13]

### 4.3. Metode za procjenu rizika

U poglavlju 3.2.3. *Proces norme ISO 31000* u dijagramu su, kao sastavni dio procesa upravljanja rizicima, prikazani koraci analize rizika i vrednovanja rizika. Kako bi analiza rizika bila objektivna i ispravna, potrebno je kvantificirati rizike koji se mogu pojaviti unutar sustava. S obzirom da su moderni tehnološki sustavi iznimno kompleksni, razvijene su razne metode procjene rizika koje osobama koje su odgovorne za proces upravljanja rizicima olakšavaju posao i skraćuju potrebno vrijeme. Prema [15] metode koje se koriste za identifikaciju, procjenu i ocjenu pouzdanosti procesa upravljanja rizicima dijele se u pet skupina:

- metode kreativne tehnike (oluja mozgova, Delphi-tehnika, morfologija),
- metode analize scenarija (analiza gubitka, stablo pogrešaka i analiza tijeka, analiza scenarija),
- metode analize pokazatelja (izvještavanje o kritičnim događajima, upravljanje rizicima na temelju promjena),
- metode analize funkcije (FMEA, analiza ugroženosti, HAZOP, HACCP),
- statističke metode (standardna devijacija, interval pouzadnosti i Monte Carlo simulacija).

Odabir metode ovisi o području rada, željenom cilju ispitivanja, potrebnim rezultatima, kompleksnosti sustava i ostalim faktorima sustava. Ispravna primjena alata za procjenu rizika ovisi o pred-analizi samog sustava. Potrebno je odrediti na koje sustave će se primjeniti analiza te da li ona odgovara rezultatima koji se nastoje postići. Primjerice, u analizi zaštite okoliša od rizika potencijalno opasnih materijala primjeniti će se HAZOP (eng. *Hazard and Operability Study*) alat za studiju opasnosti od materijala i tehnoloških procesa, dok će se za analizu tehničkih sustava upotrijebiti primjerice FMEA (eng. *Failure Mode and Effect Analysis*) alat. Osim navedenih alata, neki od važnijih alata za procjenu, identifikaciju i analizu rizika su:

- PHA (eng. *Process Hazard Analysis*) – preliminarna analiza opasnosti,
- metoda brzog rangiranja rizika,
- HAZOP (eng. *Hazard and Operability Study*) – studija opasnosti od materijala i tehnoloških procesa,



- FTA (eng. *Fault Tree Analysis*) – stablo otkaza,
- ETA (eng. *Event Tree Analysis*)
- HAZAN (eng. *Hazard Analysis*) – analiza opasnosti,
- FMEA (eng. *Failure Modes and Effects Analysis*) – analiza grešaka otkaza i njihovih utjecaja,
- metode upravljanja održavanjem na bazi rizika,
- metode za analizu i procjenu rizika i opasnosti koje mogu izazvati neželjene događaje u nekoj zajednici,
- metode procjene rizika na radu, [2]
- oluja mozgova (eng. *brainstorming*),
- strukturirani i semi-strukturirani intervju,
- Delphi-tehnika,
- kontrolne liste (eng. *checklists*),
- strukturirana What-If analiza (eng. *SWIFT*),
- BIA (eng. *Business Impact Analysis*) – analiza utjecaja na poslovanje,
- RCA (eng. *Root-Cause Analysis*) – analiza uzroka kvarova,
- HRA (eng. *Human Reliability Assessment*) – procjene pouzdanosti čovjeka na sustav,
- RCM (eng. *Reliability Centered Maintenance*) – održavanje bazirano na pouzdanosti,
- Sneak analysis – metodologija za identifikaciju grešaka u dizajnu,
- Markovljeva analiza – koristi se u slučajevima kada buduće stanje sustava ovisi o postojećem stanju,
- Cost-Benefit analysis – analiza troškova i koristi,
- MCDA (eng. *Multi-Criteria Decision Analysis*) – sustavni analitički pristup integriranom upravljanju rizicima.

U nastavku je u Tabeli 1 prikazan popis nekih od najčešćih metoda za procjenu pouzdanosti procesa upravljanja rizicima. Ukoliko je metoda po nekom kriteriju ocijenjena simbolom „+++“ to znači da je strogo primjenjiva, „++“ označava da je metoda prilično primjenjiva, a „+“ da je metoda primjenjiva. Ukoliko nema oznake tada metoda nije primjenjiva.

Neke od često korištenih metoda ukratko su objašnjenje u sljedećim potpoglavljima.

Metoda	Proces upravljanja rizicima				
	Identifikacija	Procjena			Pouzdanost
		Djelovanje	Izvedivost	Stupanj rizika	
Brainstorming	+	+	+		+
Delphi-tehnika		++	++		++
Morfologija	+				+++
Analiza gubitka	++	+	+		++
Stablo pogrešaka i analiza tijeka		++	+++	+	+
Analiza scenarija	+++	+++	++	++	++
CIRS -Critical Incidents Reporting	+++		+		+
CBRM-Change Based Risk Management	+++	+			
FMEA	+++	++	++	+	++
Analiza ugroženosti	++	+++	++	++	++
HAZOP	+++	+++	++	+	++
HACCP	++	++			++
Standardna devijacija		++	+++	++	
Interval pouzdanosti		++	+++	++	
Monte Carlo simulacija	+	++	+++	++	

Tabela 1. Metode za procjenu pouzdanosti procesa upravljanja rizicima [15]

U analizi rizika tehničkih sustava jedan od najvažnijih alata je i alat za analizu grešaka i njihovih utjecaja odnosno FMEA (eng. *Failure Modes and Effect Analysis*) analiza. Primjena, ciljevi i postupci FMEA analize detaljno su objašnjeni u poglavlju 5. *FMEA (eng. Failure Modes and Effect Analysis) analiza*.

#### 4.3.1. PHA (eng. *Process Hazard Analysis*) metoda

PHA je jednostavna i induktivna metoda analize čiji je cilj identificirati opasnosti i opasne situacije i događaje koje mogu uzrokovati štetu za određenu aktivnost, objekt ili sustav, a koristi se za sustave o kojima postoji malo informacija te koji su u ranoj fazi razvoja sustava. [16] Ova metoda korisna je za procjenu operativnih rizika kod uvođenja nove opreme ili sustava.

#### 4.3.2. HAZOP (eng. *Hazard and Operability Study*) metoda

Studija opasnosti i operativnosti (eng. *Hazard and Operability Study*) je strukturiran i sustavan pregled planiranih ili postojećih proizvoda, procesa, postupaka ili sustava. To je tehnika identifikacije rizika za ljude, opremu, okoliš i/ili organizacijske ciljeve, a od konačnih ishoda studije se očekuje prijedlog rješenja za pojedinačni rizik. Izlazna informacija ove metode je objašnjenje terminologije, odstupanja, mogućih uzroka, akcije za identificirane probleme i osobe odgovorne za djelovanje. [16]

#### **4.3.3. FTA (eng *Fault Tree Analysis*) metoda**

Analiza stabla otkaza tehnika je za identifikaciju i analizu faktora koji mogu pridonijeti neželjenom glavnom događaju (eng. *top event*). Faktori rizika čine „stablo“, a povezani su s ljudskim greškama, greškama opreme i svim ostalim događajima povezanim s glavnim događajem. Izlazna informacija ove metode je vjerojatnost glavnog događaja, grafički prikaz načina na koji se glavni događaj ostvario i lista individualnih puteva do glavnog događaja. [16]

#### **4.3.4. Delphi-tehnika**

Delphi-tehnika je procedura postizanja konsenzusa mišljena eksperata unutar koje sudionici izražavaju svoje mišljenje individualno i anonimno uz uvid u tuđa mišljenja. [16] Početni korak metode je sastavljanje nadzornog tima i odabir grupe panelista (osobe koje izražavaju svoja mišljenja). Nakon izbora panelista sastavlja se upitnik i vrši se njegovo testiranje i popunjavanje te se nakon popunjenih upitnika oni analiziraju i prikupljaju se važni podatci. Proces se ponavlja sve dok se ne postigne konsenzus panelista oko zadanog problema.

#### **4.3.5. Kontrolne liste (eng. *checklists*)**

Kontrolne liste koriste se za identifikaciju opasnosti i rizika ili za procjenu učinkovitosti kontrola, a mogu se koristiti u bilo kojoj fazi životnog ciklusa proizvoda, procesa ili sustava, te kao dio drugih tehnika procjene rizika. Često se koriste kada se primjenjuju nakon općenitijih tehnika koje samo identificiraju moguće probleme i rizike. Izlazna informacije ove metode je popis neadekvatnih kontrola ili lista rizika. [16]

#### **4.3.6. HRA (eng. *Human Reliability Assessment*) metoda**

Metoda procjene pouzdanosti čovjeka na sustav (eng. *Human Reliability Assessment*) bavi se utjecajem čovjeka na performanse sustava i koristi se za procjenu utjecaja ljudske pogreške na sustav. [16] Skoro svi sustavi skloni su promjenama od strane čovjeka, što je ponekad pozitivno za sustav, ali može donijeti i negativne posljedice. Pri tome, HRA metoda daje odgovore na pitanja gdje ljudski faktor može spriječiti, a gdje izazvati nesreću.

## 5. FMEA ANALIZA

FMEA analiza jedna je od metoda preventivnog upravljanja kvalitetom. Uz njenu pomoć moguće je analizirati vjerojatnost nastanka grešaka i njihov utjecaj i to već u ranim fazama razvoja proizvodnog procesa čime se omogućava ranije poboljšanje razina kvalitete. Cilj FMEA analize je identifikacija, prevencija i eliminacija grešaka koji mogu dovesti do neravnoteže u sustavu, a sve s ciljem povećanja zadovoljstva korisnika.

### 5.1. Povijesni razvoj

FMEA analiza razvijena je 50-ih godina prošlog stoljeća. Tokom drugog svjetskog rata, američke oružane snage otkrile su poražavajuće rezultate u pouzdanosti svoje opreme. Prema dostupnim informacijama veliki postotak opreme isporučene na bojišta bio je neispravan kao i gotovo polovica pričuvne opreme u skladištima. Nakon ovakvih rezultata ubrzano se počinje razvijem metoda koje će osigurati pouzdanost opreme. FMEA analiza, opisana u dokumentu MIL-STD-1629, integralni je dio vojnih nastojanja da podignu pouzdanost opreme i procesa. [17]

Iako je metoda našla mjesto prvenstveno u vojnim svrhama, zbog njezinih širokih mogućnosti brzo pronalazi mjesto u civilnom sektoru. Američka udruga inženjera automobilske industrije (eng. *Society for Automotive Engineers*) usvojila je FMEA analizu u dokumentu ARP926 (1967. godine). Dokument se koristi i danas pod nazivom ARP4761. [17]

Jedan od prvih proizvođača koji je primjenio FMEA analizu u svojim poslovnim procesima bio je Ford Motor Company. Početkom 70-ih godina prošlog stoljeća, Ford je razvio novi model pod imenom Pinto. Vrlo kratko nakon predstavljanja modela javnosti, dogodio se niz nesreća, čak i pri malim brzinama, pri kojima se u trenutku sudara spremnik za gorivo raspao te gorivo zapalilo, što je bio uzrok zapaljenje automobila u velikom broju slučajeva. Kako bi eliminirali pojavu zapaljenja spremnika, inženjeri u Fordu imlementirali su FMEA analizu unutar svog procesa dizajniranja spremnika za gorivo te u vrlo kratkom vremenu eliminirani problem.

Danas se FMEA analiza koristi kao integralni proces unutar Six Sigma metodologije i korištena je od strane mnogih poduzeća i ustanova koji žele ili moraju garantirati visoku razinu pouzdanosti svog procesa.

## 5.2. Karakteristike, ograničenja i područja primjene

Kao što je rečeno u samoj definiciji, FMEA analiza je sustavna metoda koja prati određene korake kako bi kvantificirala sustav i prikazala konačni rezultat analize u korisnom obliku. Osnovne karakteristike ove metode su:

- da je to sustavna, visoko strukturirana procjena koja se zasniva na ocjeni načina otkaza komponente i na iskustvu tima stručnjaka da prikaže sveukupno stanje nekog sustava i da osigura zaštitni osiguravajući sustav koji sprječava pojavu problema u radu,
- da se koristi kao metoda za procjenu rizika na razini elementa sustava i na razini cijelog sustava,
- da daje kvalitativne opise mogućih problema tokom rada sustava/elementa kao i preporuke za smanjenje rizika,
- da može osigurati kvantitativnu procjenu frekvencije otkaza ili posljedica,
- postoji nekoliko tipova ove metode i to su:
  - FMEA sustava – fokusira se na globalne funkcije sustava,
  - FMEA projekta – fokusira se na elemente i podsustave,
  - FMEA procesa – fokusira se na procese proizvodnje i montaže,
  - FMEA usluga – fokusira se na uslužne funkcije,
  - FMEA softvera – fokusira se na funkcije softvera. [2]

Područje primjene ove metode vrlo je široko, a najčešće se koristi u pregledu mehaničkih i električnih sustava kao što su sustavi za suzbijanje požara i sustavi za upravljanje i pogon zrakoplova, u definiranju i optimizaciji planiranog održavanja opreme, jer se metoda sustavno fokusira direktno na pojedinačne načine otkaza opreme, te kao metoda za sakupljanje informacija potrebnih za lociranje i uklanjanje problema u sustavu. [2] Iako je područje primjene vrlo široko, postoje određene industrije koje često koriste ovu metodu u svom poslovanju. Prva u nizu je industrija široke potrošnje, kao što su kućanski aparati, ručni alati, igračke i slično, te automobilska industrija. Razlog prisutnosti u ovoj industriji isključivo je zadovoljstvo kupca prema pouzdanosti proizvoda. Drugo područje primjene je visokotehnološka industrija kao što je zrakoplovna, svemirska ili vojna industrija. Razlog primjene u ovim industrijama je potreba za visokom pouzdanosti proizvoda iz razloga što postoji značajan rizik od nastanka katastrofalne štete. Posljednji korisnik ove metode je njen tvorac, američko ministarstvo obrane koje metodu koristi u svim tehničkim i organizacijskim

sustavima koje okuplja, primjerice oružani sustavi, vojne bolnice, komunikacijski sustavi, logistički sustavi i slično. [18]

Iako je područje primjene ove metode široko, postoje određena ograničenja metode. Prema [2], neka od ograničenja su:

- ograničeno ispitivanje ljudske pogreške iz razloga što se FMEA analiza fokusira na to kako je došlo do funkcionalnog otkaza sustava, metoda obično uzima u obzir grešku čovjeka samo do one mjere do koje greška čovjeka uzrokuje otkazivanje sustava, odnosno metoda ne uzima u obzir pogrešno rukovanje koje dovodi do otkazivanja opreme,
- fokusira se na inicijatore (pokretače) jednog događaja u datom problemu, odnosno ne razmatra efekte koje otkaz dijela sustava ili cjelokupnog sustava može prouzročiti te iz razloga što se događaji analiziraju pojedinačno, nedostaje analiza kombinacija otkaza koji mogu imati značajne posljedice,
- ograničeno ispitivanje vanjskih utjecaja na sustav iz razloga što se metoda fokusira na unutarnje faktore, a vanjske faktore uzima u obzir samo u slučaju da oni imaju značajan utjecaj na rad sustava, odnosno ako direktno utječu na otkaz opreme, u slučaju da vanjski faktori nemaju veliki utjecaj oni se zanemaruju,
- rezultati ovise isključivo o načinu rada, efekti određenih načina otkazivanja opreme često variraju u ovisnosti o načinu rada sustava, odnosno FMEA analiza provedena za sustav odgovara samo u jednom načinu rada, dok je u drugom načinu rada potrebno ponovno provesti analizu.
- rezultat ispitivanja ovisi o stručnosti osobe koja provodi analizu, pri čemu je potrebno veliko poznavanje područja ispitivanja analize, koraka i tehnika analize te mogućnost donošenja odluke u vezi potrebnih ispravaka.

### 5.3. Koraci FMEA analize

Postupak izvođenja FMEA analize strukturiran je tako da u konačnici prikaže kvantitativnu analizu rizika. Osnovni koraci FMEA analize su:

Postupak izvođenja FMEA analize je strukturiran tako da u konačnici prikaže kvantitativnu analizu rizika. Osnovni koraci FMEA analize su:

1. Priprema – potrebno je odrediti što će biti predmetom analize, koje su granice sustava, da li se promatra cjelokupan sustav ili podsustav, misiju i funkciju sustava, radne i ostale uvjete i opis sustava.
2. Analiza strukture sustava – nakon prikupljenih informacija u prvom koraku sustav se razlaže na podsustave i elemente; razina do koje se sustav razlaže ovisi o željenim ciljevima analize [19]
3. Izrada FMEA tabele – radi sistematičnosti postupak se izvodi pomoću odgovarajuće tabele, no ona radi različitosti sustava nije standardizirana i varira zavisno od željenih ciljeva analize. Primjer FMEA tabele prikazan je u Tabeli 1.

Dio	Funkcija dijela	Moguć kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat	Odgovorna osoba	Datum
					Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			

**Tabela 2. FMEA analiza [20]**

a. Stupanj jakosti greške (kvara)

- i. 1 – Jako mala vjerojatnost da će neznatna greška izazvati bilo kakvu zamjetnu posljedicu na svojstva sustava
- ii. 2-3 – Nizak stupanj jakosti prouzrokuje malu smetnju; korisnik će vjerojatno primjetiti samo malu degradaciju svojstava sustava ili podsustava
- iii. 4-5-6 – Osrednja jakost greške koja prouzrokuje određeno nezadovoljstvo kupaca

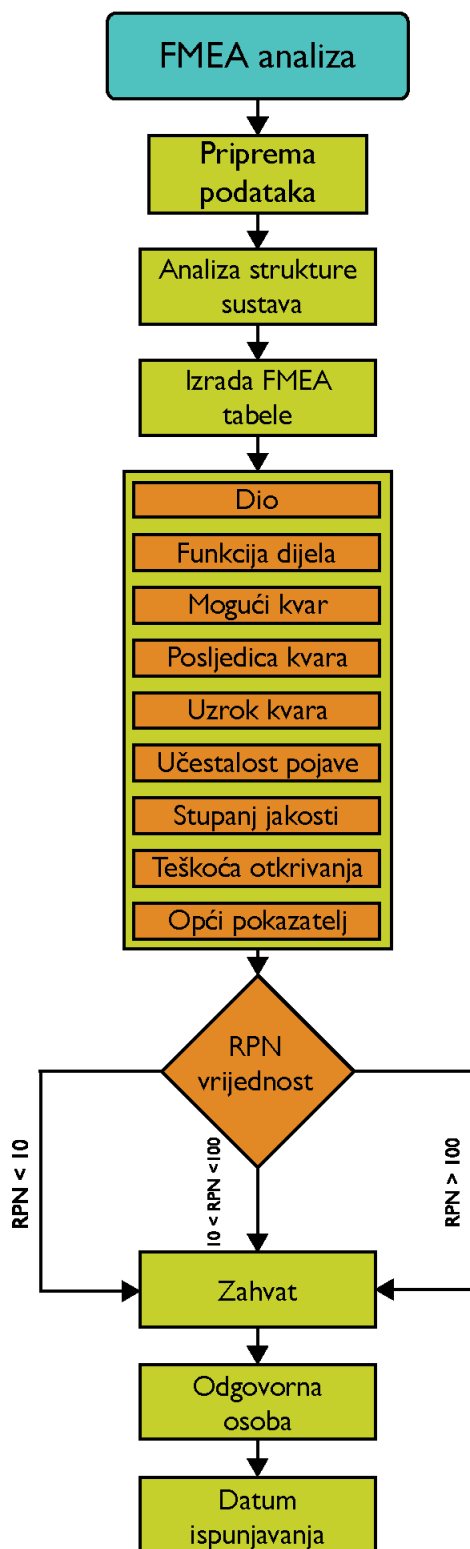
- iv. 7-8-9 – Visoka razina nezadovoljstva korisnika uslijed prirode greške kao što je nemogućnost rada sustava ili pad sustava
  - v. 10 – Izuzetno visok stupanj jakosti, kada greška uključuje potencijalne posljedice vezane za sigurnost
- b. Učestalost pojave greške (kvara)
- i. 1 – Jako mala je učestalost pojave greške
  - ii. 2-3 – Mala učestalost pojave greške
  - iii. 4-5-6 – Osrednja učestalost pojave greške
  - iv. 7-8-9 – Visoka učestalost pojave greške (proces koji često zataji)
  - v. 10 – Izuzetno visoka učestalost pojave greške (skoro je sigurno pojava greške)
- c. Teškoća otkrivanja greške (uočljivost)
- i. 1 – Veoma uočljiva greška
  - ii. 2-3 – Mala je vjerojatnost da se greška neće primjetiti
  - iii. 4-5-6 – Osrednja vjerojatnost da se greška neće primjetiti
  - iv. 7-8-9 – Velika je vjerojatnost da se greška neće primjetiti
  - v. 10 – Izuzetno velika vjerojatnost da se greška neće primjetiti
- d. Opći pokazatelj rizika RPN (eng. *Risk Priority Number*) = stupanj jakosti x učestalost x uočljivost
- i.  $RPN > 100$  – Rizik se smatra značajnim
  - ii.  $10 < RPN < 100$  – Rizik se smatra manje značajnim
  - iii.  $RPN < 10$  – Rizik se smatra beznačajnim [20]

Nakon ispunjavanja svih potrebnih polja za određivanje RPN broja, potrebno je ispuniti polje u kojemu se predlaže zahvat, preporuku korekcije ili modifikacije za određen element sustava. Osim zahvata i akcija bilježi se tko je odgovorna osoba za poduzimanje zahvata te do kojeg datuma se on mora izvršiti. Tako popunjena tablica posjeduje sve informacije o pojedinom sustavu i njegovim rizicima te u svim zahvatima koji su na njemu izvršeni kako bi se ti rizici umanjili. Nakon provedenih zahvata potrebno je ponovo popuniti FMEA tablicu kako bi se vidjela unaprijeđenja. Tablice se zatim čuvaju sve dok je sustav u radu kako bi se imao uvid u cijelu njegovu povijest. Tablice se ispunjavanju od strane stručnih osoba poput voditelja



proizvodnje ili voditelja održavanja, a najčešće se formiraju i timovi koji zajedničkim *brainstorming*-om popunjavaju tablicu.

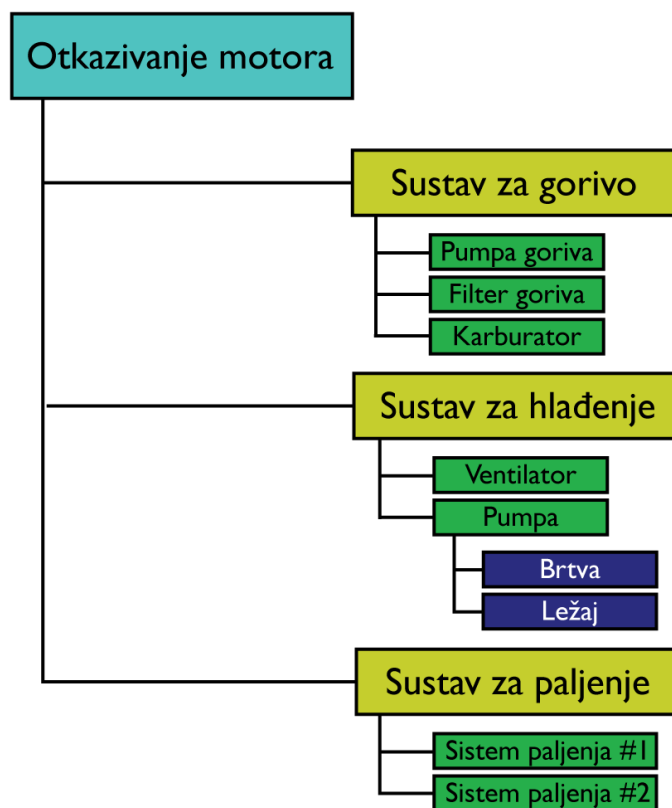
Dijagram toka za korake FMEA analize prikazan je na Slici 12.



Slika 12. Koraci FMEA analize

#### 5.4. Primjena FMEA analize na teorijskom primjeru

U teorijskom primjeru biti će prikazana situacija otkazivanja motora s unutarnjim izgaranjem. Motor s unutarnjim izgaranjem predstavlja cjelokupan sustav, dok su njegovi podsustavi sustav za gorivo, hlađenje i paljenje. Elementi svih podsustava prikazani su na Slici 13.



**Slika 13. Pojednostavljeni sustav motora s unutarnjim izgaranjem**

Na Slici 13 vidljivo je da su pred-analizom sustava pronađena tri moguća ključna uzroka, odnosno podsustava, otkazivanja motora, a to su: sustav za gorivo, sustav za hlađenje i sustav za paljenje. Podsustav za dovod goriva sastoji se od tri elementa: pumpe goriva, filtera goriva i karburatora. Podsustav za hlađenje sastoji se od dva elementa: ventilatora i pumpe koja se sastoji od brtve i ležaja. Podsustav za paljenje sastoji se od dva identična sistema paljenja od kojih je jedan pomoćni sistem paljenja u slučaju da drugi sistem zakaže.

Za ovaj sustav biti će prikazana FMEA tabela unutar koje su navedeni podsustavi za gorivo, hlađenje i paljenje i provedena je kvantifikacija kako bi se odredio RPN broj.

R.Br	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat	Odgovorna osoba	Datum
						Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
1	Sustav za gorivo	Dovod goriva u motor s unutarnjim izgaranjem	Prestanak dovoda goriva	Prekid rada motora uslijed nedostatka goriva	Prekid rada pumpe za dovod goriva ili karburatora, začepljenje filtera za dovod goriva	2	5	3	30	Promjena filtera goriva, vizualni pregled pumpe i karburatora svaka 2 mjeseca	Ivan Marić	1.6.2017.
2	Sustav za hlađenje	Sustav za održavanje optimalne temperature rada motora	Kvar na ventilatoru ili pumpi	Pregrijavanje motora i moguć prestanak rada motora uslijed previsoke temperature	Prekid rada ventilatora ili pumpe za hlađenje, nedostatak rashladne tekućine	4	4	5	80	Provjera rashladne tekućine, vizualni pregled ventilatora i brtve i ležaja unutar pumpe za hlađenje	Ivan Marić	1.5.2017.
3	Sustav za paljenje	Sustav za paljenje goriva unutar motora	Kvar na svjećicama unutar sustava za paljenje	Nemogućnost pokretanja motora	Istrošene svjećice	2	6	6	72	Provjera stanja svjećica na motoru svaka 3 mjeseca	Ivan Marić	1.7.2017.

Tabela 3. FMEA analiza rada motora s unutarnjim izgaranjem

Iz FMEA analize u Tabeli 3 moguće je zaključiti kako najveći rizik u normalnom radu motora predstavlja sustav za hlađenje s općim pokazateljem rizika  $RPN = 80$ . Iako je to vrlo visok broj i dalje se može smatrati manje značajnim rizikom iz razloga što je njegova vrijednost između 10 i 100. Sljedeći rizik je sustav za paljenje s pokazateljem rizika  $RPN = 72$ , a zadnji je sustav za gorivo s pokazateljem rizika  $RPN = 30$ .

Unutar tabele navedeni su mogući uzroci kvara pojedinih sustava pri čemu su unešeni i zahvati koje je potrebno izvršavati ciklički u određenim vremenskim intervalima kako bi se smanjila mogućnost kvara. Također, naveden je i datum prvog zahvata do kada bi se on trebao obaviti.

Nakon prve primjene ovih zahvata potrebno je ponovno izvršiti FMEA analizu s istom elementima unutar sustava kako bi se uvidjelo da li se  $RPN$  brojevi za pojedine elemente smanjuju. U slučaju da se oni smanjuju FMEA analiza je izvršena i zabilježena kao uspješna i upisane tablice čuvaju se kako bi se pri sljedećem kvaru ili sljedećoj analizi imao uvid u prošlost zahvata koji su odrađeni na motoru.

Sustav u primjeru vrlo je jednostavan i sastoji se od manjeg broja elemenata kako bi se olakšalo razumijevanje metode FMEA analize. Sustavi koji se promatraju u stvarnosti često su vrlo kompleksni i sastoje se od velikog broja podsustava i elemenata pa je za njihovu primjenu potreban niz stručnjaka kako bi se ona uspješno izvršila.

## 6. PRIMJENA FMEA ANALIZE UNUTAR ORGANIZACIJE

Za primjenu analize rizika odabrana je bolnička ustanova Opća bolnica „Hrvatski ponos“ u Kninu. Razlog zašto je odabrana bolnička ustanova je što se u svim bolničkim ustanovama pojavljuju znatni rizici u radu velikog broja odjela te u tehničkoj službi koja služi kao podrška radu odjela. U svakodnevnom radu bolnice javljaju se rizici koji ponekad mogu uzrokovati gubitak života pacijenata bolnice te iz tog razloga nužan je besprijekoran rad svakog sustava bolnice za što je odgovorna tehnička služba koja provodi održavanje sustava unutar bolnice.

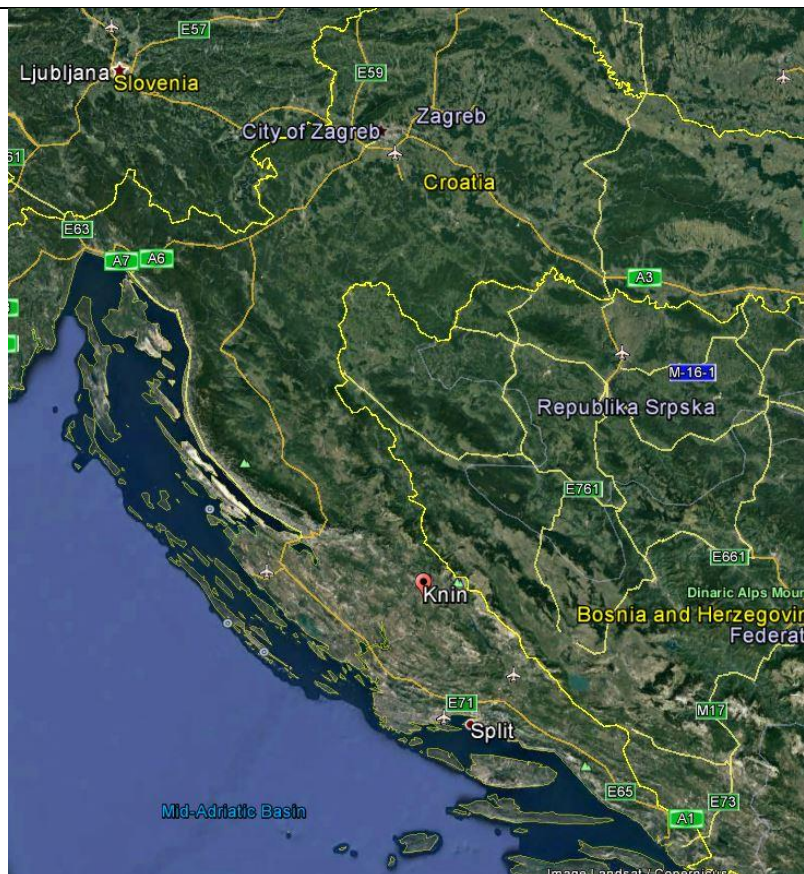
Primjena FMEA analize izvršena je pod mentorstvom voditelja tehničke službe dipl.ing. Robert Gugo. U procesu analize izvršen je intervju sa voditeljem tehničke službe te ispunjavanje FMEA tabela za svaki odjel tehničke službe unutar bolnice.

### 6.1. Opće informacije o Općoj bolnici „Hrvatski ponos“

Makrolokacijski položaj Opće bolnice „Hrvatski ponos“ u gradu Kninu izuzetno je povoljan, kao što je prikazano na Slici 14. Grad Knin nalazi se u središnjoj Hrvatskoj unutar Šibensko-kninske županije. Grad se nalazi na 198 km zračne udaljenosti od glavnog grada Zagreba, te na 82 km zračne udaljenosti od Zadra, 41 km zračne udaljenosti od Šibenika i 59 km zračne udaljenosti od grada Splita, što ga čini izuzetno povoljno smještenim za hitne zračne prijevoze između bolnica. Blizu grada nalazi se i glavna autocesta koja spaja grad Zagreb s primorskim dijelom Hrvatske, te je grad dobro cestovno povezan s ostalim okolnim gradovima i selima. Osim cestovnog prometa, kroz grad prolazi i aktivna željeznička pruga, te je prema tome grad vrlo dobro prometno povezan.

Mikrolokacijski položaj bolnice nije povoljan kao i makrolokacijski. Bolnica se nalazi na samom rubu grada te je povezana samo cestovno s gradom. No, s obzirom na veličinu grada, s najudaljenije točke u gradu je do bolnice moguće doći unutar 10 minuta vožnje, pa je prema tome i mikrolokacijski bolnica dovoljno dobro smještena za potrebe grada. Duž grada proteže se glavna cesta koja vodi do bolnice, a postoji i okolni put kojime je moguće doći do bolnice u slučaju zastoja na glavnoj cesti.

Može se zaključiti da je bolnica izuzetno dobro smještena makrolokacijski i mikrolokacijski te ima vrlo veliku važnost u pružanju zdravstvene skrbi za Šibensko-kninsku županiju.



**Slika 14. Makrolokacijski položaj Opće bolnice „Hrvatski ponos“**



**Slika 15. Mikrolokacijski položaj Opće bolnice „Hrvatski ponos“**





**Slika 16. Opća bolnica „Hrvatski ponos“ [21]**

Temeljem Ugovora sa Hrvatskim zavodom za zdravstveno osiguranje bolnica ugovara i obavlja zdravstvenu zaštitu za 32 089 stanovnika s područja Županije Šibensko-kninske, zatim u djelatnosti produženog liječenja i palijativne skrbi pruža skrb za bolesnika s područja cijele županije, ali i dijelom iz drugih županija.

Djelatnost bolnice podijeljena je u slijedeće funkcionalne cjeline:

- stacionarna zdravstvena zaštita,
- specijalističko – konzilijarna zdravstvena zaštita sa specijalističkom dijagnostikom (dnevna bolnica) i
- laboratorijske pretrage na razini primarne zdravstvene zaštite.

Pregled broja ugovorenih kreveta po pojedinim djelatnostima:

- a) kirurški odjel (18),
- b) interni odjel (20),

- c) odjel ginekologije s rodilištem (12),
- d) pedijatrijski odjel (10),
- e) odjel za anesteziju i intenzivno liječenje (2),
- f) odjel produženog liječenja (80) i
- g) odjel za palijativnu skrb (36).

U polikliničko – konzilijarnom dijelu nalazi se jedinica za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, jedinica za radiologiju i dijagnostiku te medicinsko – biokemijski laboratorij.

U bolnici se nalazi i veći broj ambulanti: očna, neurološka, psihijatrijska, internistička (sa subspecijalističkim ambulantama), pulmološka, kirurška, pedijatrijska (sa subspecijalističkim ambulantama), anesteziološka, ambulanta za liječenje boli, ortopedska, dermato-venerološka, urološka i ORL ambulanta.

U specijalističkoj dijagnostici postoje usluge:

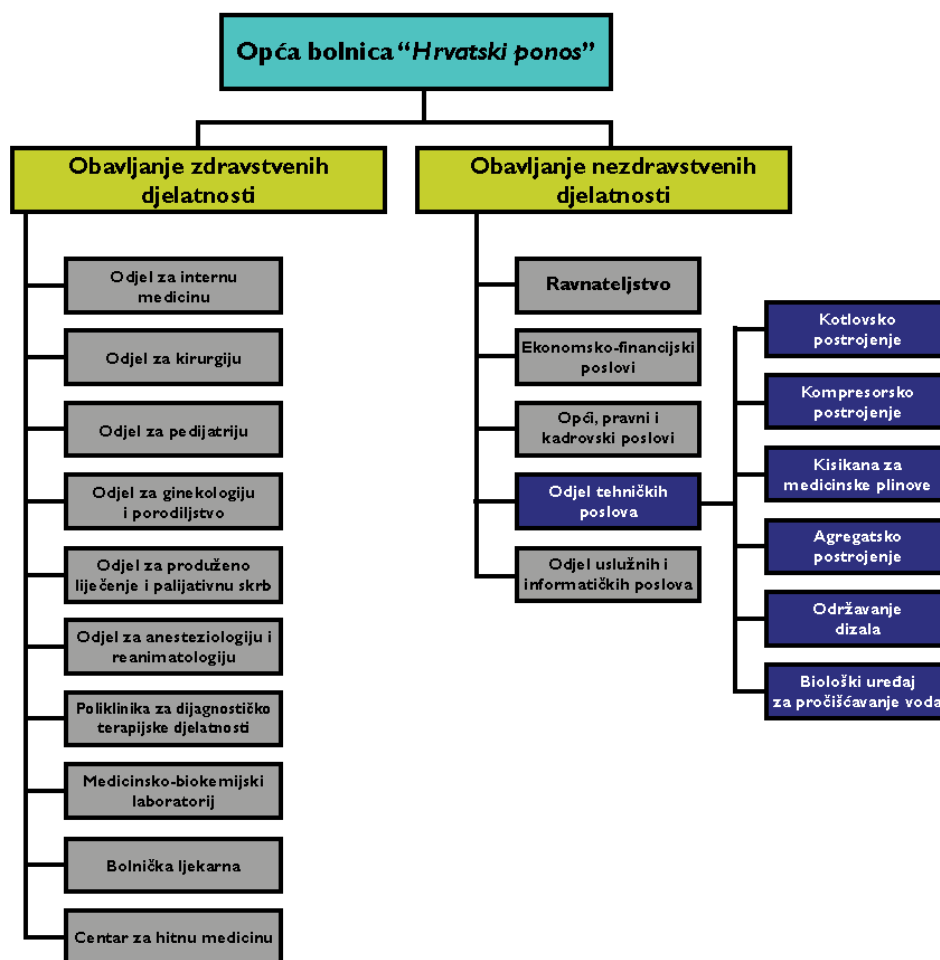
- internističke dijagnostike,
- UZV, (kardiovaskularne dijagnostike – EKG, ergometrija, holter, UZV srca, endoskopija probavnog trakta),
- pulmološke dijagnostike (imunološka – alergološka dijagnostika),
- pedijatrijske dijagnostike (pedijatrijski UZV, EEG),
- kirurške dijagnostike (endoskopija probavnog trakta),
- ginekološke dijagnostike (ginekološki ultrazvuk),
- radiološke dijagnostike (klasična i kontrastna pretraga, mamografija, UZV) i
- medicinske biokemije.

Osim medicinskih djelatnosti bolnica raspolaže i pratećim zajedničkim djelatnostima: bolničkom ljekarnom, centralnom sterilizacijom, jedinicom za osiguranje i unaprijeđenje kvalitete zdravstvene zaštite, jedinicom za centralno naručivanje pacijenata, jedinicom za održavanje čistoće, centralnom kuhinjom, praonicom, službom za ekonomsko – financijske poslove, službom za opće, pravne i kadrovske poslove te službom za tehničke poslove.



## 6.2. Primjena FMEA metodologije u bolnici

Kao prvi korak FMEA metodologije proveden je intervju s voditeljem tehničke službe Opće bolnice „Hrvatski ponos“. U razgovoru s voditeljem službe zaključeno je kako će se, radi nedostatka preventivnog održavanja u cijelom sustavu i nedovoljnog uvida u mikrorazinu sustava održavanja (nedovoljnog poznavanja svakog od dijelova sustava), sustav tehničke službe promatrati na makrorazini kao što je prikazano u dijagramu na Slici 17, te će se u FMEA analizi promatrati oni dijelovi sustava koji se smatraju kritičnim i nužnim za rad bolnice te će se izdvojiti kvar koji se učestalo pojavljuje prema naputcima voditelja tehničke službe.



Slika 17. Organizacijska shema bolnice

Na Slici 17 može se uvidjeti kako se odjel tehničkih poslova sastoji od kotlovskog postrojenja, kompresorskog postrojenja, kisikane za medicinske plinove, agregatskog

postrojenja, održavanja dizala i biološkog uređaja za pročišćavanje voda. Svaki od pojedinih odjela biti će detaljno analiziran u sljedećim poglavljima.

### **6.2.1. Kotlovsko postrojenje**

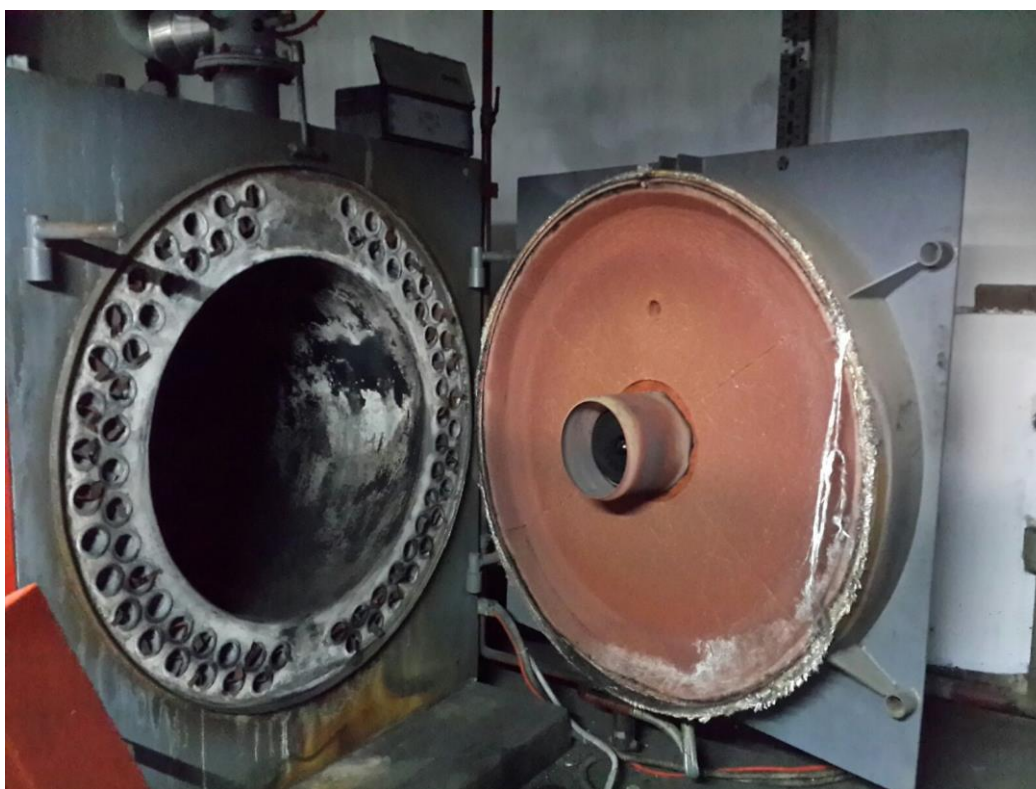
Kotlovsko postrojenje jedno je od najvažnijih postrojenja unutar bolnice te je rad bolnice gotovo nemoguć bez funkcionalnog kotlovskog postrojenja. Postrojenje se sastoji od toplovodnih kotlova za centralnog grijanje i centralnog vakuuma koje se sastoji od dvije pumpe koje postižu 70%-tni vakuum te služe za rad operacione sale te aparata za reanimaciju. Unutar postrojenja se također nalaze parni kotlovi za proizvodnju 300 kg pare koja se potom odvodi do vešeraja, bojleri za predgrijavanje i zagrijavanje sanitarne vode i uređaji za filtriranje vode za rad kotlova.

Kao kritičan dio kotlovskog postrojenja izdvojeni su toplovodni centralni kotlovi i bojleri za zagrijavanje sanitarne vode na kojima se radi tvrdoće vode nakon određenog vremena pojavljuje kamenac na stijenkama kotla ili bojlera. Neredovitim održavanjem kotlova i bojlera debljina sloja kamenca se povećava te je moguć kvar na grijačima koji potom ne mogu dovoljno zagrijavati vodu ili mogu prestati s radom. Posljedica kvara radi nakupljanja kamenca je da toplovodni centralni kotlovi nisu u stanju opskrbiti sustav grijanja bolnice što u zimskom periodu može imati velike posljedice za siguran rad bolnice, a u slučaju prekida rada bojlera za sanitarnu vodu bolnica može imati nedostatak sanitarne vode što ponekad može nositi ozbiljne posljedice. Također, kritičan dio sustava unutar kotlovskog postrojenja je centralni vakuum koji služi za rad uređaja operacione sale i aparata za reanimaciju. U ovom dijelu sustava nužan je besprijekoran rad pumpe, pri čemu postoje dvije pumpe, glavna i pomoćna. Također, uređaji za filtriranje vode za rad kotlova jedni su kritičnih dijelova sustava jer su nužni za rad centralnih kotlova i bojlera, a na njima se može pojaviti kvar radi istrošenosti filtera za filtriranje vode. Zahvati koje tehnička služba primjenjuje u održavanju uključuju vizualni svakodnevni pregled vanjskog dijela kotlova i bojlera, tjedni pregled stijenki kotlova te godišnji pregled s vanjskim suradnikom (dimnjačarom) koji provjerava cjelokupni sustav kotlovskog postrojenja. U ljetnom periodu, kotlovi se čiste od kamenca u slučaju da postoji potreba, te se testiraju da li rade u optimalnom načinu rada. Također, u slučaju kvara postoji alarmni sustav koji portiru bolnice javlja da postoji problem u kotlovskom postrojenju te portir obavještava voditelja tehničke službe o kvaru te se on nastoji u što kraćem vremenu otkloniti.

FMEA tabela za kotlovsko postrojenje prikazana je u Tabeli 4.



**Slika 18. Prikaz zatvorenih kotlova u kotlovskom postrojenju**



**Slika 19. Prikaz otvorenih kotlova u kotlovskom postrojenju**



**Slika 20. Glavni bojler u kotlovskom postrojenju**



R.Br.	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat	Odgovorna osoba	Period
						Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
1	Centralni kotlovi	Zagrijavanje vode za potrebe sustava grijanja bolnice	Pojava kamenca na stijenkama kotlova	Kvar grijača u kotlovima; Neadekvatan rad sustava za grijanje bolnice	Tvrdoća vode; Istrošeni filteri na sustavu za pripremu vode za rad kotlova i bojlera	4	4	2	32	Vizualni pregled; Čišćenje kamenca na stijenkama cijevi od strane teh. službe ili dimnjačara	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni pregled/Čišćenje kamenca jednom godišnje
2	Bojleri za sanitarnu vodu	Predgrijavanje i zagrijavanje sanitarne vode za potrebe bolnice	Pojava kamenca na boilerima	Kvar grijača u kotlovima; Nedostatak sanitarne vode za potrebe bolnice	Tvrdoća vode; Istrošeni filteri na sustavu za pripremu vode za rad kotlova i bojlera	4	3	2	24	Vizualni pregled; Čišćenje kamenca na stijenkama cijevi od strane teh. službe ili dimnjačara	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni pregled/Svakih šest mjeseci čišćenje kamenca
3	Sustav za centralni vakuum	Stvaranje 70%-tnog vakuuma za potrebe operacione sale i aparata za reanimaciju	Kvar pumpe	Nemogućnost stvaranja dovoljnog postotka vakuuma; Neadekvatan rad operacione sale i aparata za reanimaciju	Istrošenost brtvi; Istrošenost rotora; Puknuće usisnih crijeva	2	9	7	126	Testiranje pumpi; Održavanje pomoćnih pumpi	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni pregled/Godišnji detaljni pregled i testiranje
4	Uređaji za pripremu vode za rad kotlova i bojlera	Omekšavanje vode za potrebe rada kotlova i bojlera	Loše filtriranje i omekšavanje vode	Učestala pojava stvaranja kamenca na kotlovima i boilerima	Istrošenost filtera za filtriranje i omekšavanje vode	5	2	2	20	Zamjena filtera u uređajima za filtriranje	Robert Gugo	Svakih šest mjeseci

Tabela 4. FMEA tabela za kotlovsko postrojenje

### 6.2.2. Kompresorsko postrojenje

Kompresorsko postrojenje je za siguran rad bolnice jedno od najvažnijih postrojenja unutar bolnice. Zrak koji se komprimira unutar postrojenja dijeli se u dvije skupine, ovisno o njegovoj namjeni: medicinski zrak i tehnički zrak, pri čemu medicinski zrak ima puno veću važnost od tehničkog zraka.

Dio postrojenja za kompresiju medicinskog zraka dijeli se u dva dijela: visokokomprimirani medicinski zrak na 10 bar koji se koristi za rad bušilica u ortopediji te niskokomprimirani medicinski zrak na 5 bar koji se koristi za razne aparate u operacionoj sali. Postrojenje za kompresiju medicinskog zraka je pri dnevnom radu bolnice jedno od presudnih postrojenja iz razloga što mnogi od aparata u operacionoj sali ne mogu funkcionirati bez komprimiranog zraka. Stoga, za rad postrojenja za kompresiju medicinskog zraka postoji razvijeni alarmni sustav koji obavještava o ispravnom radu dva kompresora zaslužna za visoku i nisku kompresiju zraka. U slučaju pojave kvara ili neadekvatnog rada kompresora, sustav obavještava portira i službu za tehničke poslove o kvaru koji se mora otkloniti u što bržem roku.

Postrojenje za tehnički zrak sastoji se od 2 kompresora za niskokomprimirani zrak za potrebe rada vešeraja i sterilizacije medicinskog pribora. Iako postrojenje za tehnički zrak nije rizično za rad operacione sale, nužno je u svakodnevnom radu bolnice.

Kvar na bilo kojem od dva sustava rezultira nemogućnošću rada operacione sale što je u bolnici nedopustiv ishod, pa se stoga i oba sustava vizualno svakodnevno pregledavaju. Za rad postrojenja za kompresiju medicinskog zraka ističe se šestomjesečna izmjena filtera s aktivnim ugljenom koji uklanjaju vodu iz zraka prije kompresije. Osim filtera, tjedno se pregledavaju brtve na cijevima iza kompresije pomoću vode i deterdženta gdje se nastoji uvidjeti da li brtve puštaju pojavom mjehurića na spojevima.

FMEA tabela za kompresorsko postrojenje prikazana je u Tabeli 5.



**Slika 21. Kompresor za visokokomprimirani medicinski zrak (10 bar)**



**Slika 22. Kompresor za niskokomprimirani medicinski zrak (5 bar)**





**Slika 23. Spremnik za komprimirani zrak**

R.Br.	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat	Odgovorna osoba	Period
						Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
5	Kompresor za visokokomprimirani medicinski zrak (10 bar)	Kompresija medicinskog zraka na 10 bar	Nedovoljna razina kompresije zraka	Nedostatak komprimiranog zraka uzrokuje nemogućnost rada bušilica u ortopediji	Istrošenost brtvi; Istrošenost filtera s aktivnim ugljenom	4	9	2	72	Vizualni pregled brtvi i filtera; Zamjena po potrebi	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni i tehnički pregled brtvi/Šestomjesečna izmjena filtera
6	Kompresor za niskokomprimirani medicinski zrak (5 bar)	Kompresija medicinskog zraka na 5 bar	Nedovoljna razina kompresije zraka	Nedostatak komprimiranog zraka uzrokuje nemogućnost rada uređaja u operacionoj sali	Istrošenost brtvi; Istrošenost filtera s aktivnim ugljenom	4	9	2	72	Vizualni pregled brtvi i filtera; Zamjena po potrebi	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni i tehnički pregled brtvi/Šestomjesečna izmjena filtera
7	Kompresor za tehnički zrak	Kompresija tehničkog zraka za potrebe rada vešeraja i sterilizacije med.pribora	Nedovoljna razina kompresije zraka	Nedostatak komprimiranog zraka uzrokuje nemogućnost rada vešeraja i sterilizacije med. Pribora	Istrošenost brtvi; Istrošenost filtera s aktivnim ugljenom	4	5	2	40	Vizualni pregled brtvi i filtera; Zamjena po potrebi	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni i tehnički pregled brtvi/Šestomjesečna izmjena filtera

Tabela 5. FMEA tabela za kompresorsko postrojenje

### 6.2.3. Kisikana za medicinske plinove

Kisikana za medicinske plinove jedan je od dijelova tehničkog sustava s najmanjom frekventnosti pojave kvara, no u slučaju pojave kvara jedno je od najrizičnijih dijelova cijelog sustava. Kisikana se sastoji od baterija punjenih dušičnim oksidulom ( $N_2O$ ) koji se kupuju od *Messer* poduzeća te se dostavljaju u čeličnim baterijama punjenim na 200 bar koje se potom reduciraju na 5 bar prije transporta plina u operacionu salu. Dušični oksidul služi kao plin za anesteziju u operacionoj sali te je bez njega nemoguće izvršiti operaciju i stoga kvar ovog sustava nosi znatan rizik.

Sustav se sastoji od baterija s dušičnim oksidulom i centralnog razvoda koji dovodi dušični oksidul od baterija do operacione sale. Duž centralnog razvoda postoji alarmni sustav koji obavještava o ispravnom radu razvodnog sustava. U slučaju propuštanja plina ili nedostatka plina alarm obavještava operacionu salu, portira i tehničku službu o neispravnom radu kisikane te se kvar mora, prema naputcima tehničke službe, otkloniti unutar pet minuta, što se smatra kritičnim vremenom za rad operacione sale.

Iako se kvarovi na ovom sustavu ne događaju često, potrebno je svakodnevno održavanje sustava kako bi njegov rad bio besprijekoran. S obzirom kako razvodni sustav nema mehanički pokretnih dijelova i dinamičkog opterećenja, kvarovi su vrlo rijetki te se ističu samo kvarovi na brtvama duž razvodnog sustava, odnosno propuštanja plina kroz brtve. Održavanje brtvi temelji se na tjednim pregledima svake brtve pomoću vode i deterdženta gdje se nastoji uvidjeti da li se na promatranom dijelu, gdje se primjenio deterdžent, pojavljuju mjehurići što bi označavalo propuštanje plina. U slučaju propuštanja plina brtve se moraju odmah zamijeniti, no prije toga potrebno je pomno planiranje s radom bolnice. S obzirom kako kisikana za medicinske plinove mora biti u funkciji u bilo kojem trenutku zbog rada operacione sale, potrebno je ugovoriti radove na održavanju u skladu s operacionom salom kako bi se sala mogla pripremiti na nedostatak dušičnog oksidula. Kvar se potom mora što prije otkloniti i sustav dovesti u područje normalnog rada.

FMEA tabela za kisikanu za medicinske plinove prikazana je u Tabeli 6.



**Slika 24. Razvodni sustav za dušični oksidul**





**Slika 25. Razvodni sustav za kisik**



**Slika 26. Spremište baterija dušičnog oksidula**

R.Br.	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat	Odgovorna osoba	Period
						Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
8	Kisikana za medicinske plinove	Razvod dušičnog oksidula od baterija do operacione sale	Propuštanje plina duž razvoda	Nedostatak dušičnog oksidula u operacionoj Sali	Istrošenost brtvi	4	10	4	<b>160</b>	Vizualni pregled brtvi pomoću vode i deterdženta; Izmjena brtvi duž razvodnog sustava	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni pregled; Zamjena brtvi po potrebi

Tabela 6. FMEA tabela za kisikanu za medicinske plinove

#### 6.2.4. Agregatsko postrojenje

S obzirom da je bolnica ustanova koja mora biti spremna na sve moguće ishode, pa čak i nedostatak električne energije, potrebni su rezervni sustavi napajanja bolnice električnom energijom. Agregatsko postrojenje služi kao rezervni sustav napajanja električnom energijom, a sustav se sastoji od dva dizel električna agregata marke *Končar* svaki snage 250 kW pri čemu je jedan agregat uvijek u pripremi za rad, dok je drugi agregat rezerva. S obzirom da se radi o dizel električnim agregatima, karakteristika dizel motora je veliko vrijeme zagrijavanja na optimalnu temperaturu rada, te u hladnim zimskim danima moguć je ishod otežanog paljenja motora, što je nedopustivo za potrebe bolnice kojoj je električna energija neophodna u svakom trenutku.

Iz tog razloga, u oba dizel električna agregata ugrađeni su električni grijači koji predgrijavaju motor odnosno vodu koja zagrijava motor. Grijači konstantno drže vodu na optimalnoj temperaturi te omogućuju paljenje agregata bez poteškoća. S obzirom da se ne radi o pročišćenoj vodi postoji mogućnost pojave kamenca na grijačima što rezultira njihovim kvarom i nemogućnošću predgrijavanja vode. Iz tog razloga grijače je potrebno svakodnevno vizualno pregledavati kako bi se omogućio funkcionalan rad.

Osim grijača, agregati su spojeni i na električne akumulatore za startanje motora. Postoje dva akumulatora (radni i rezervni) koji moraju uvijek biti u pripremi za rad. Akumulatori se svakodnevno vizualno pregledavaju te se tjedno mjeri njihova napunjenost električnom energijom.

Cijelo agregatsko postrojenje se svakodnevno vizualno pregledava, a tokom zimskih mjeseci i nekoliko puta dnevno, što upućuje na važnost ovog sustava.

FMEA tabela za agregatsko postrojenje prikazana je u Tabeli 7.





**Slika 27. Dizel električni agregat**

R.Br.	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	Procjena rizika				Zahvat	Odgovorna osoba	Period
						Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
9	Dizel električni agregati	Rezervna opskrba bolnice električnom energijom	Otežano paljenje motora u zimskom načinu rada	Nemogućnost opskrbe bolnice električnom energijom	Kamenac na električnim grijačima za predgrijavanje vode	2	10	5	<b>100</b>	Vizualni pregled grijača; Izmjena grijača po potrebi	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni pregled agregatskog postrojenja; Mjesečni pregled grijača
10	Akumulatori dizel električnih agregata	Startanje motora	Onemogućeno paljenje motora	Nemogućnost opskrbe bolnice električnom energijom	Ispražnjenost akumulatora za startanje	1	10	3	<b>30</b>	Vizualni pregled akumulatora; Mjerenje ispražnjenosti	Robert Gugo	Svakodnevni vizualni pregled akumulatora; Tjedno mjerenje ispražnjenosti

Tabela 7. FMEA tabela za agregatsko postrojenje

### **6.2.5. Dizala i biološki uređaji za pročišćavanje voda**

Osim sustava koji spadaju pod regularni nadzor tehničke službe, postoje i kritični sustavi unutar bolnice koji su povezani s tehničkom službom, ali ona ne izvršava održavanje istih sustava. Postoje dva takva sustava: dizala unutar bolnice te bazeni s pitkom vodom i uređaji za pročišćavanje voda unutar bazena.

Dizala su u bolnici neophodan sustav za siguran rad bolnice. Transport pacijenata između katova nemoguć je bez funkcionalnih dizala, a u slučaju kvara moguće su velike negativne posljedice. Primjerice, u slučaju nužnog transporta pacijenta iz sobe u operacionu salu, kvar dizala može biti presudan za cjelokupni proces operacije nad pacijentom, te on može izgubiti život u slučaju da liječnici nisu u mogućnosti pacijenta transportirati u operacionu salu. Stoga, potreban je regularan preventivni nadzor i održavanje dizala. Održavanje dizala ugovoreno je s poduzećem koje je dizala i implementiralo u bolnicu, te stoga tehnička služba nema odgovornosti prema radu dizala, no u slučaju njihova kvara dužno je obavijestiti održavatelja dizala i ako je moguće, kvar otkloniti u što kraćem roku. Iz razloga što održavanje dizala ne spada pod oblast tehničke službe, za rad dizala neće biti izvršena FMEA analiza, no sustav je naveden samo radi uvida u sve kritične dijelove sustava tehničke službe.

Opskrbljenost bolnice vodom jedno je od nužnih uvjeta za siguran rad bolnice. Stoga je unutar bolnice izgrađen bazen s pitkom vodom koji će u slučaju nedostatka vode opskrbljivati bolnicu pitkom vodom dok se ne otkloni kvar. S obzirom kako su bazeni statičan sustav koji nije u upotrebi sve do pojave nedostatka vode, pojava kvara u ovom sustavu vrlo je rijetka. Odgovornost tehničke službe obuhvaća samo vizualni pregled cijevi za transport vode od bazena do bolnice te pregled ventila. S obzirom da se sustav ne koristi, kvar na ventilima i cijevima vrlo je rijedak, te služba održavanja brine samo o ispravnosti i koroziji ventila i cijevi putem svakodnevnih vizualnih pregleda. Osim pregleda tehničkog dijela sustava, potrebno je ispitati i kvalitetu pitke vode unutar bazena. Zavod za javno zdravstvo uzima uzorke vode svaka tri mjeseca te analizira kvalitetu pitke vode u bazenima. U slučaju da uzorci ne zadovoljavaju, bazene je potrebno isprazniti te dezinficirati i potom ponovo napuniti vodom. FMEA analiza nije izvršena za bazene s pitkom vodom iz razloga što oni ne spadaju pod oblast tehničke službe, već se kvaliteta vode ispituje od strane vanjskog suradnika, odnosno Zavoda za javno zdravstvo.

### 6.3. Analiza rezultata FMEA analize

Sljedeći korak nakon izrade FMEA tabela je analiza dobivenih rezultata kako bi se uvidjeli kritični dijelovi sustava te poduzele akcije prema smanjivanju rizika sustava. Analiza rezultata temelji se na kvantitativnoj usporedbi izračunatih općih pokazatelja rizika prema tabeli. Kao što je navedeno u poglavlju 5.3. *Koraci FMEA analize* postoji kategorizacija rizika prema vrijednosti općih pokazatelja rizika, pri čemu se opći pokazatelj rizika (RPN) vrijednost računa prema formuli:

*Opći pokazatelj rizika RPN (eng. Risk Priority Number) = stupanj jakosti x učestalost x uočljivost,*

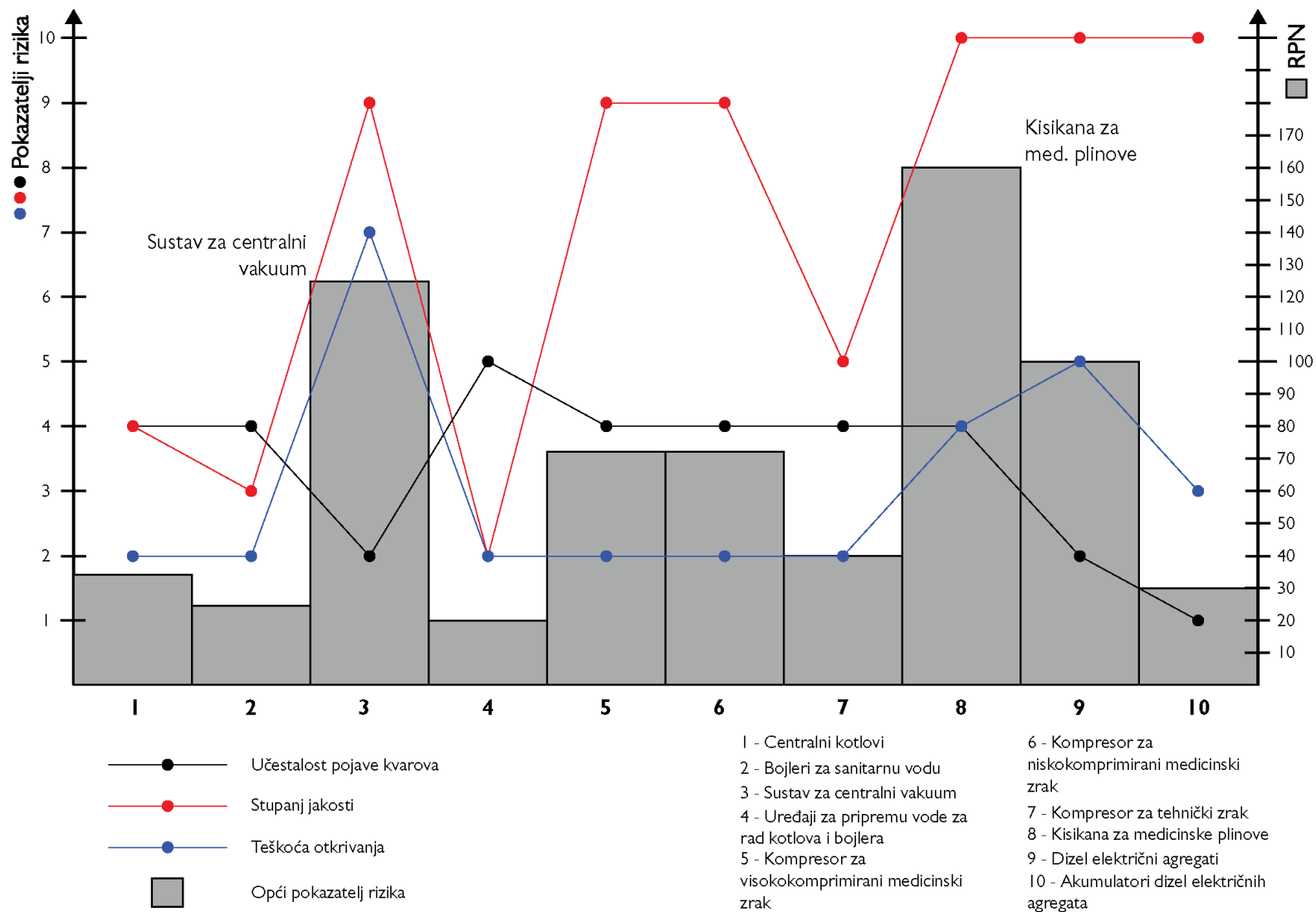
te se kategorizacija vrši prema sljedećim vrijednostima:

- a)  $RPN > 100$  – Rizik se smatra značajnim
- b)  $10 < RPN < 100$  – Rizik se smatra manje značajnim
- c)  $RPN < 10$  – Rizik se smatra beznačajnim [20].

Vrijednost RPN broja za pojedine sustave prikazan je u Tabeli 8. Radi boljeg razumijevanja rezultata, oni su prikazani grafički na Slici 28.

R.Br.	Dio	Procjena rizika			
		Učestalost pojave kvara	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika
8	Kisikana za medicinske plinove	4	10	4	160
3	Sustav za centralni vakuum	2	9	7	126
9	Dizel električni agregati	2	10	5	100
5	Kompresor za visokokomprimirani medicinski zrak (10 bar)	4	9	2	72
6	Kompresor za niskokomprimirani medicinski zrak (5 bar)	4	9	2	72
7	Kompresor za tehnički zrak	4	5	2	40
1	Centralni kotlovi	4	4	2	32
10	Akumulatori dizel električnih agregata	1	10	3	30
2	Bojleri za sanitarnu vodu	4	3	2	24
4	Uređaji za pripremu vode za rad kotlova i bojlera	5	2	2	20

**Tabela 8. Rezultati FMEA analize**



Slika 28. Histogram rezultata FMEA analize

Prema histogramu na Slici 28 moguće je zaključiti kako se kreću vrijednosti općih pokazatelja rizika za određene dijelove. Iz histograma je vidljivo se nijedan rizik ne nalazi ispod donje granice vrijednosti 10 za beznačajne rizike što govori o važnosti cjelokupnog sustava tehničke službe, što i odgovara inicijalnoj pretpostavci u intervjuu s voditeljem tehničke službe, da nijedan od navedenih tehničkih sustava nije moguće zanemariti već su svi sustavi važni za siguran rad bolnice.

Potom je moguće izdvojiti četiri sustava s manjom vrijednosti općeg pokazatelja rizika: centralni kotlovi (RPN = 32), bojleri za sanitarnu vodu (RPN = 24), uređaji za pripremu vode za rad kotlova i bojlera (RPN = 20) i akumulatori dizel električnih agregata (RPN = 30). Nakon toga moguće je izdvojiti tri sustava sa srednjom vrijednosti općeg pokazatelja rizika: kompresor za visokokomprimirani medicinski zrak (RPN = 72) i kompresor za niskokomprimirani medicinski zrak (RPN = 72) te kompresor za tehnički zrak (RPN = 40). Svi navedeni sustavi spadaju u područje manje značajnih, ali ne i zanemarivih rizika ( $10 < \text{RPN} < 100$ ).

Na kraju, kao vršne vrijednosti histograma izdvajaju se tri sustava: sustav za centralni vakuum (RPN = 126), kisikana za medicinske plinove (RPN = 160) i dizel električni agregati (RPN = 100). Svi navedeni sustavi spadaju u područje značajnih rizika na koje je potrebno obratiti veliku pažnju.

Kao vršna vrijednost cijelog histograma izdvaja se sustav kisikane za medicinske plinove s vrijednosti općeg pokazatelja rizika 160, što se smatra vrlo visokim brojem. Razlog ovako visokoj vrijednosti općeg pokazatelja rizika je potreba takvog sustava za siguran rad bolnice i operacione sale, pa je prema tome i održavanje takvog sustava povećano i osigurane su veće mjere osiguranja sustava kako ne bi došlo do njegovog kvara.

Iako se pojavljuju visoke vršne vrijednosti poput kisikane za medicinske plinove, potrebno je napomenuti kako se od 10 navedenih sustava, čak 7 nalazi u području manje značajnih rizika, što ne znači nužno da su takvi sustavi zanemarivi što se tiče rizika, već da je tehnička služba tako orijentirana prema održavanju takvih sustava da je mogućnost pojave kvara znatno umanjena. Iako se zbog nedostatka financijskih sredstava ne primjenjuje preventivno održavanje unutar tehničkih sustava, služba održavanja svakodnevnim vizualnim inspekcijama i zahvatima održava sustav u optimalnom radu i u mogućnosti je vrlo brzo reagirati na svaku anomaliju u radu sustava.

### **6.3.1. Prijedlozi poboljšanja za službu održavanja**

Kao što je ranije spomenuto, tehnička služba sustav promatra s makrorazine iz razloga što primjenjuje samo korektivno održavanje pa nije upoznata sa svakim pojedinim dijelom i mogućnosti kvara nekih od dijelova sustava iz razloga što se oni do sada nisu pojavili, što ne znači nužno da do kvara ne može doći. Pojava kvara na bilo kojem dijelu sustava može biti stohastička i u svakom trenutku se može pojaviti kvar koji će imati negativne posljedice za siguran rad bolnice, te u krajnjem slučaju može uzrokovati i smrt pacijenta.

U skladu s razvojem industrije i tehnologije, svi tehnološki sustavi, naročito oni čiji je rizik prekida sigurnog rada velik, trebaju biti pod preventivnim održavanjem. Svrha preventivnog održavanja je pokušati predvidjeti kvar prije njegove pojave i time umanjiti ili pokušati eliminirati kvar i njegove posljedice.

Kao dio preventivnog održavanja potrebno je detaljno popisati svaki od dijelova pojedinog sustava te odrediti intervale njihovog pregleda i izmjene prema naputcima proizvođača. Redovitom izmjenom dijelova umanjuje se vjerojatnost pojave kvara na dijelovima, te se uvelike umanjuje vrijednost rizika. Osim izmjene dijelova potrebno je i redovito održavanje i akcije prema naputcima proizvođača.

Osim izmjene dijelova, preventivno održavanje može se organizirati i ugradnjom različitih senzora na pojedine dijelove sustava. Sustav senzora minimizira rizik skoro do granice njegove eliminacije, što je za bolničku ustanovu osnovni poslovni cilj jer se minimizacijom rizika povećava kvaliteta pružanja zdravstvene skrbi. Uprava bolnice je u suradnji s tehničkom službom prepoznala najveći rizik u tehničkim sustavima, onaj u sustavu kisikane za medicinske plinove, te je sukladno tome na tom sustavu već postavljen sustav senzorike. Takav sustav može se proširiti i na druge tehničke sustave čime bi tehnička služba imala potpunu kontrolu nad svakim dijelom svakog pojedinog sustava i vrijednosti rizika dovela na minimalnu razinu.

Osim ranog prepoznavanja neadekvatnog rada sustava, sustav senzorike prikuplja podatke kroz povijest rada sustava, te se takvi podatci, putem rudarenja podataka, mogu obrađivati matematičkim modelima i metodama analize te se na temelju dobivenih informacija može izvući novo znanje o sustavu te pokušati predvidjeti ishodi njegova rada u budućnosti. Time

se u konačnici i bavi Industrija 4.0 koja se temelji na sustavima senzorike i rudarenja podataka s ciljem povećanja kvalitete rada sustava.

Za potrebe rada bolnice stoga je potrebno razviti ili implementirati već postojeći sustav nadziranja i analize rizika. Kao dio ovoga rada, biti će razvijena aplikacija za potrebe rada tehničke službe. Aplikacija se temelji na FMEA metodologiji prikazanoj u ranijim poglavljima, te omogućuje korisnicima tehničke službe olakšan unos podataka u aplikaciju te izvlačenje novog znanja iz aplikacije i prikupljenih podataka. Aplikacija osim korisničkog sučelja sadrži i bazu podataka koja prikuplja sve podatke unešene u sustav, što tehničkoj službi omogućuje uvid u povijest rada sustava u bilo kojem trenutku. Osim uvida u povijest sustava, tako prikupljeni podatci mogu se potom koristiti u procesu rudarenja podataka.

Procesom rudarenja podataka prikupljenih u sustavu, mogu se izvući razne informacije koje mogu korisnicima olakšati proces donošenja odluka i poboljšati proces preventivnog održavanja.

Primjerice, aplikacija može prikupljati za određen dio sustava informacije o kretanju vrijednosti rizika pomoću FMEA metodologije, te na temelju unešenih podataka, rudarenjem podataka, može pronaći neki uzorak u podacima koji se pojavljuje u povijesti. Na primjer, aplikacija putem rudarenja podataka može predvidjeti, na temelju povijesnih podataka, da će se pojaviti kvar na centralnim kotlovima u određenom mjesecu u godini, nakon određenog broja godina. Na temelju tako dobivenih podataka, tehnička služba može unaprijed pripremiti proces održavanja kako bi izbjegla kvar.

Razvoj aplikacije i korisničkog sučelja biti će prikazan u sljedećem poglavlju.



## 7. INFORMACIJSKI SUSTAV ZA FMEA ANALIZU

### 7.1. Općenito o sustavu digitalnog prepoznavanja

Za potrebe tehničke službe unutar bolnice razvijen je inicijalni informacijski sustav koji služi kao podrška u održavanju sustava te kao platforma za provođenje FMEA analize. Sustav se sastoji od baze podataka izrađene u *Microsoft SQL* programu te od korisničkog sučelja izrađenog u *Microsoft Visual Studio 2012* programu. Ideja prema razvoju sustava proizašla je iz aktualnog trenda digitalizacije poslovnih procesa, pa se tako često u organizacijama javljaju potrebe za integriranim informacijskim sustavima koji služe za podršku u poslovanju, tzv. ERP (eng. *Enterprise Resource Planning*) sustavima.

Informacijski sustav razvijen za potrebe ovog rada također je ERP sustav jer su unutar sustava integrirani razni odjeli te se prati njihov rad i aktivnosti, a može poslužiti i kao pomoć u procesu donošenja odluka unutar tehničke službe.

Iako sustav posjeduje karakteristike ERP sustava, u inicijalnoj fazi on je zamišljen samo kao sustav koji prikuplja podatke, ali ih ne analizira. Razlog tome je što trenutno u bolnici ne postoji nikakav informacijski sustav za praćenje podataka pa prema tome ne postoje niti zapisi povijesnih podataka te je sustav iz tog razloga u inicijalnoj fazi zamišljen samo kao sakupljač podataka.

Nakon inicijalne implementacije sustava u odjel tehničke službe potrebno je korisnike educirati o njegovom radu u roku 7 dana tako da svi korisnici znaju za što služi sustav te kako unositi, brisati ili mijenjati podatke unutar sustava. Nakon edukacije, sustav može krenuti s radom i prikupljanjem podataka. Faza prikupljanja podataka traje godinu dana, nakon čega sustav ima dovoljno podataka da se može prilagoditi drugoj fazi razvoja ERP sustava – analitici.

S dovoljnom količinom prikupljenih podataka unutar baze podataka iz sustava je moguće izvući sve podatke te ih pripremiti za proces rudarenja podataka, primjerice pomoću *RapidMiner* programa. Prediktivna analitika obuhvaća različite tehnike analize sadašnjih i povijesnih podataka, te na temelju matematičkih metoda i metoda analize može previđati ishode budućih događaja, primjerice pojave kvara na jednom od sustava. Prednost rudarenja podataka i prediktivne analitike je što se iz skupa podataka izvlače znanja koja nisu lako vidljiva i intuitivna običnim dedukcijama. Tehnologija otkrivanja znanja iz skupova podataka

zasnovana je na procesu dubinske analize podataka koja se temelji na statističkim metodama i postupcima strojnog učenja, vizualizacije podataka i tehnologijama baze podataka. Upravo iz razloga što se takve metode temelje na metodama strojnog učenja potrebna je inicijalna faza prikupljanja podataka kao što je opisano ranije u poglavlju. Strojno učenje je proces tijekom kojeg sustav poboljšava performanse temeljem iskustva, pa prema tome u inicijalnoj fazi rada sustava on ne posjeduje nikakvo znanje o sustavu, a nakon godine dana prikupljanja podataka on posjeduje dovoljnu količinu informacija koje može pretvoriti u znanje o ponašanju sustava. Cilj prediktivne analitike budućeg informacijskog sustava temeljenog na postojećem sustavu iz ovog rada je pokušati predvidjeti pojavu kvara na temelju atributa korištenih unutar FMEA analize, a to su: učestalost pojave, teškoća otkrivanja i stupanj jakosti na temelju čega se izračunava i opći pokazatelj rizika što će u rudarenju podataka biti i ciljni atribut prediktivne analitike.

Nakon implementacije softvera za prediktivnu analitiku služba održavanja obogaćena je novim znanjem o sustavu te se prelazi u sljedeći korak nadzora sustava – preventivno održavanje. Na temelju dobivenih informacija služba održavanja može predvidjeti u kojem trenutku će se dogoditi kvar na nekom od sustava te reagirati prije pojave samog kvara, time eliminirajući potrebu za korektivnim održavanjem. Primjerice, sustav će obavijestiti korisnika o mogućnosti pojave kvara na kotlovima unutar kotlovskog postrojenja, te će sukladno tome služba održavanja poduzeti zahvate kako se kvar ne bi dogodio.

Konačni cilj uvođenja informacijskog sustava, sustava prediktivne analitike i preventivnog održavanja je povećanje sigurnosti rada bolnice. Uspješno implementirani sustavi uvelike će umanjiti potrebu za korektivnim održavanjem koje zahtijeva prekid rada nekih od sustava bolnice kako bi se kvar otklonio. U konačnici, sigurniji rad sustava osigurava i povećanu sigurnost rada svih sustava bolnice, što ponekad može biti od neizmjerne važnosti za spašavanje ljudskih života.

## 7.2. Baza podataka informacijskog sustava

Kao što je ranije napomenuto, glavna značajka ovog informacijskog sustava je strukturirano prikupljanje podataka pomoću *Microsoft SQL* baze podataka. Baza podataka sastoji se od sedam tablica podataka: T\_DIO, T\_ODJEL, T\_RIZIK, T\_ZAHVAT, T\_ZAPIS, T\_ZAPOSLNIK i T\_LOGIN pri čemu je svaka od tablica izrađena tako da se pomoću ključnih entiteta (šifra) spaja na glavnu tablicu T\_ZAPIS koja se potom prikazuje kao glavna forma u korisničkom sučelju. Tako se unutar tablice T\_ZAPIS nalaze glavni entiteti: ID,

Sifra\_zapisa, Naziv\_zapisa, Sifra\_odjel, Sifra\_dio, Sifra\_rizik, Sifra\_zahvata i Sifra\_zaposlenik, koji služe kao poveznica s ostalim tablicama. Baza podataka zamišljena je tako da se unose svi podatci važni za provođenje FMEA analize, pa se tako u bazu unose podatci o sustavima, odjelima, zaposlenicima, učestalosti pojave, teškoći otkrivanja i stupnju jakosti te zahvatima koje je potrebno provesti.

Osim tablica, unutar baze podataka postoje i procedure koje pozivaju podatke iz tablica te ih ispisuju prema željenim upitima u bazu podataka.

Osim procedura za ispis postoji i potprocedura koja automatski izračunava opći pokazatelj rizika (RPN vrijednost) prema unešenim podacima o učestalosti pojave, teškoći otkrivanja i stupnju jakosti.

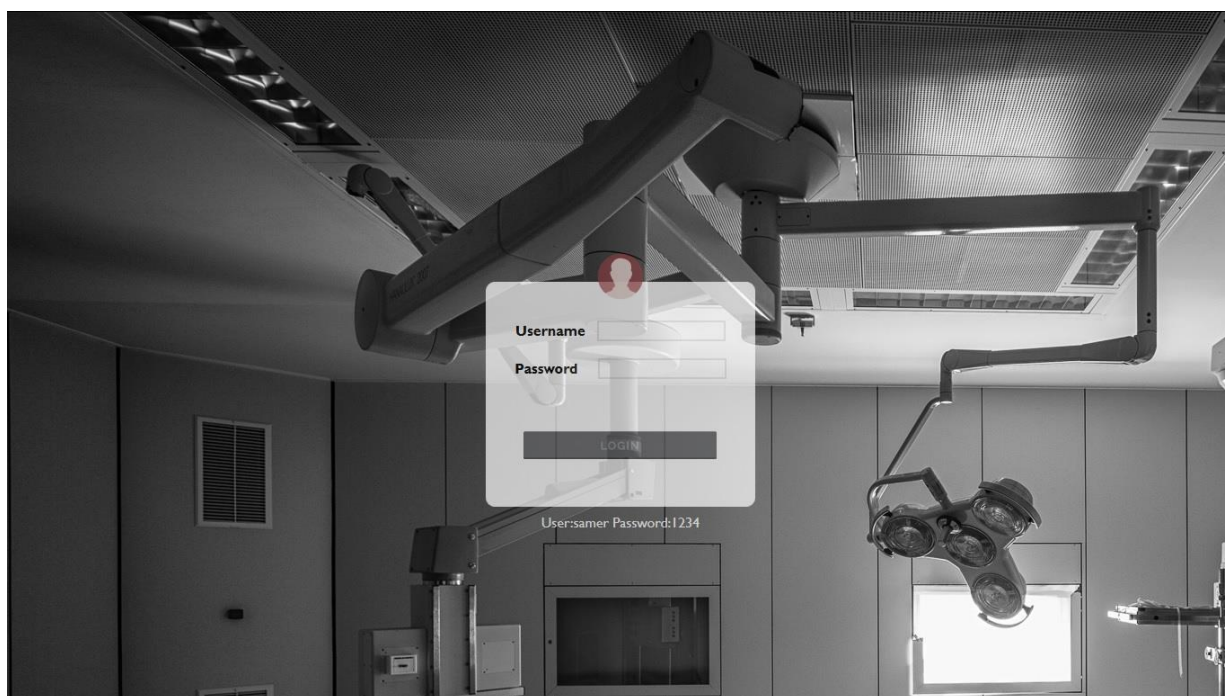
Baza podataka potom je povezana s programom *Microsoft Visual Studio 2012* kako bi se izradilo korisničko sučelje koje omogućava olakšanu manipulaciju bazom podataka te grafičkim prikazima podataka.

### 7.3. Korisničko sučelje informacijskog sustava

Nakon izrade baze podataka izrađeno je korisničko sučelje u *Microsoft Visual Studio 2012* programu koje je povezano na SQL bazu podataka te izvlači putem upita podatke iz baze i prikazuje ih na Web formama dizajniranim tako da korisnik ima pristup svim odjelima tehničke službe.

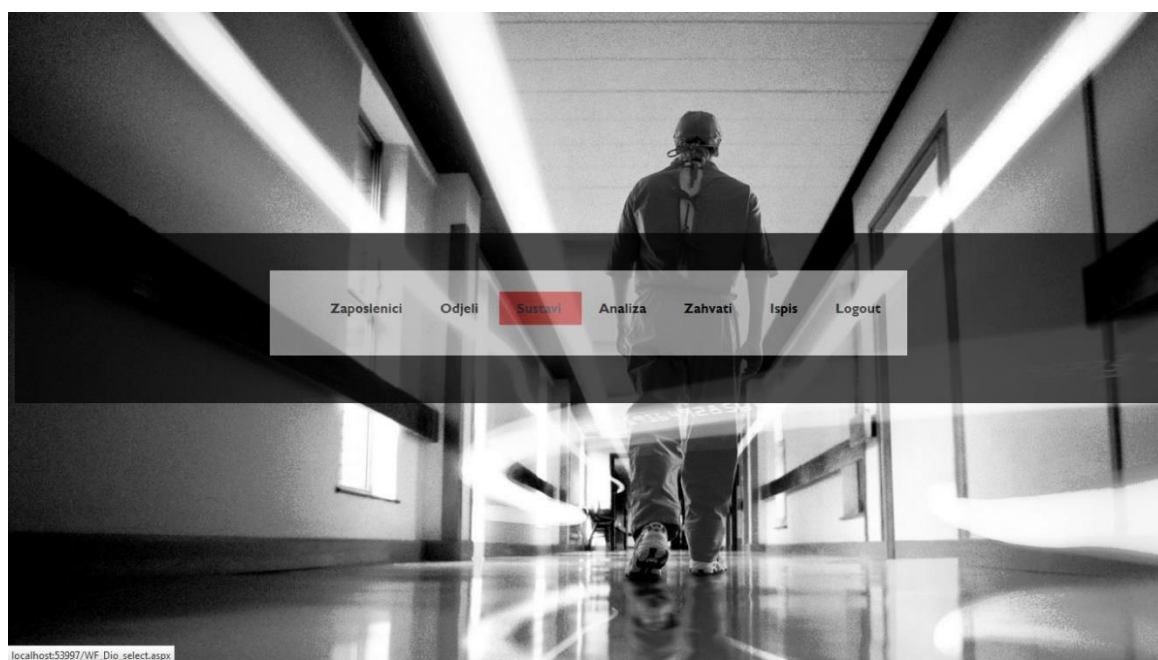
Početni prozor korisničkog sučelja je prozor za prijavu korisnika putem korisničkog imena i lozinke. Korisnička imena i lozinke nalaze se u SQL bazi podataka u tabeli T\_LOGIN, te administrator baze podataka može dodavati ili brisati korisnike te određivati lozinke. U slučaju da korisnik krivo upiše korisničko ime ili lozinku pojavljuje se poruka greške koja govori da unos nije ispravan. U slučaju neispravnog unosa nije moguće ući u informacijski sustav te se time stvara određena sigurnost pristupu podataka.

Početni prozor korisničkog sučelja prikazan je na Slici 29.



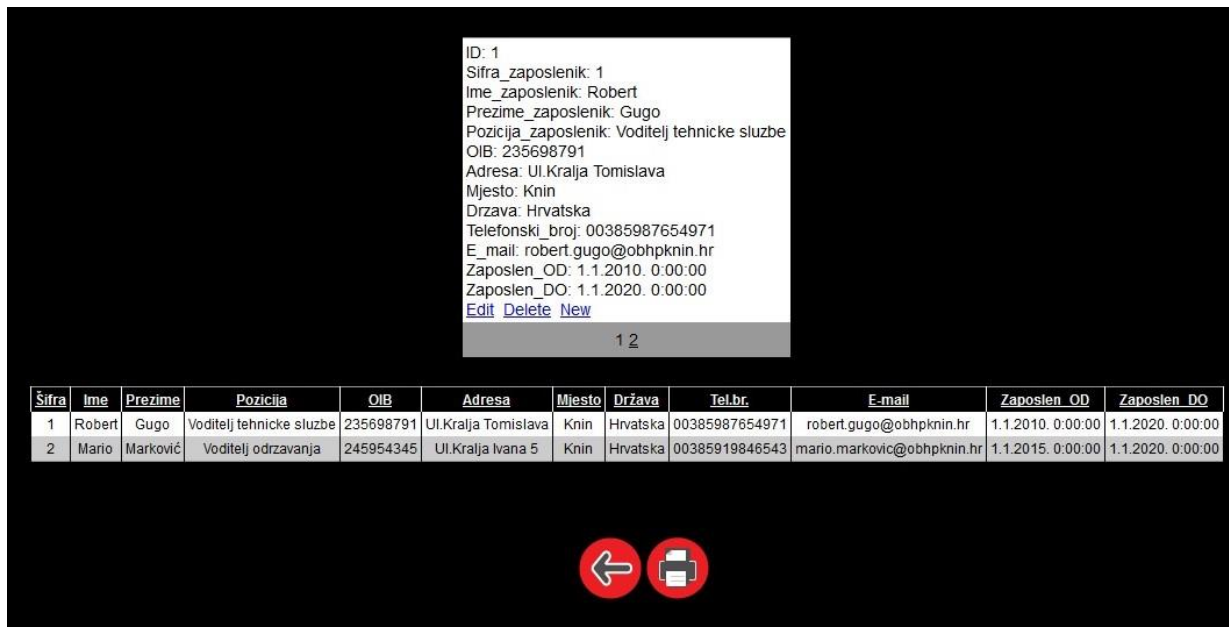
**Slika 29. Početni prozor korisničkog sučelja**

Ispravnim unosom korisničkog imena i lozinke prelazi se u izbornik informacijskog sustava gdje se nalaze gumbi za pristup svim odjelima te gumb za ispis FMEA tabele sukladno opisanoj metodologiji u prethodnim poglavljima. Izbornik je prikazan na Slici 30. Pritiskom na tipku logout korisnik se vraća u početni prozor korisničkog sučelja.



**Slika 30. Izbornik informacijskog sustava**

Unutar izbornika nalazi se pet pokazivača za Web forme na kojima se unose podatci: Zaposlenici, Odjeli, Sustavi, Analiza i Zahvati, te jedan pokazivač za Web formu na kojoj se ispisuju podatci: Ispis.




Slika 31. Prikaz zaposlenika

Na Web formi zaposlenika korisnik može izlistati sve zaposlenike u organizaciji te njihove podatke: Ime, Prezime, Poziciju, OIB, Adresu, Mjesto, Državu, Telefonski broj, E-mail, te period u kojem je zaposlen. Osim izlistavanja zaposlenika, korisnik može brisati te dodavati nove zaposlenike ili izmjenjivati postojeće podatke o zaposlenicima putem View forme u gornjem dijelu prozora. Pritiskom na crvenu strelicu korisnik se vraća na glavni izbornik, a pristikom na crveni gumb za printanje se ispisuju svi zaposlenici u pdf formatu.

Na Slici 32 prikazano je unošenje novih zaposlenika u sustav putem View forme. Unosom svih podataka i pristikom na tipku 'Insert' unose se svi podatci o zaposleniku u SQL bazu te im se dodjeljuje ID ključ. Također, izmjenom unosa ili brisanjem zaposlenika podatci se mijenjaju i u SQL bazi podataka.

Sifra\_zaposlenik:   
 Ime\_zaposlenik:   
 Prezime\_zaposlenik:   
 Pozicija\_zaposlenik:   
 OIB:   
 Adresa:   
 Mjesto:   
 Drzava:   
 Telefonski\_broj:   
 E\_mail:   
 Zaposlen\_OD:   
 Zaposlen\_DO:

Šifra	Ime	Prezime	Pozicija	OIB	Adresa	Mjesto	Država	Tel.hr.	E-mail	Zaposlen_OD	Zaposlen_DO
1	Robert	Gugo	Voditelj tehničke službe	235698791	Ul.Kralja Tomislava	Knin	Hrvatska	00385987654971	robert.gugo@obhpknin.hr	1.1.2010. 0:00:00	1.1.2020. 0:00:00
2	Mario	Marković	Voditelj održavanja	245954345	Ul.Kralja Ivana 5	Knin	Hrvatska	00385919846543	mario.markovic@obhpknin.hr	1.1.2015. 0:00:00	1.1.2020. 0:00:00




Slika 32. Unos novih zaposlenika u bazu podataka

ID: 1  
 Sifra\_odjel: 1  
 Ime\_odjel: Kotlovsko postrojenje  
 Funkcija\_odjel: Zagrijavanje vode  
 Broj\_zaposlenih: 2  
[Edit](#) [Delete](#) [New](#)

1 2 3 4 5

Šifra	Ime odjela	Funkcija odjela	Broj zaposlenih
1	Kotlovsko postrojenje	Zagrijavanje vode	2
2	Kompresorsko postrojenje	Kompresija zraka	2
3	Kisikana za med. plinove	Dobava plina za anesteziju	0
4	Agregatsko postrojenje	Opskrba el. energijom	1
5	Bazen s pitkom vodom	Opskrba bolnice pitkom vodom	1



Slika 33. Prikaz odjela unutar tehničke službe

ID: 1  
 Šifra\_dio: 1  
 Naziv\_dio: Centralni kotao  
 Šifra\_odjel: 1  
 Funkcija\_dio: Zagrijavanje vode za potrebe grijanja  
 Moguci\_kvar: Pojava kamenca  
 Posljedica\_kvar: Neadekvatan rad sustava za grijanje  
 Uzrok\_kvar: Istrosenost filtera  
[Edit](#) [Delete](#) [New](#)

Šifra	Šifra odjela	Naziv	Funkcija	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara
1	1	Centralni kotao	Zagrijavanje vode za potrebe grijanja	Pojava kamenca	Neadekvatan rad sustava za grijanje	Istrosenost filtera
2	1	Bojleri za sanitarnu vodu	Zagrijavanje sanitarne vode	Pojava kamenca	Nedostatak sanitarne vode	Istrosenost filtera
3	2	Sustav za centralni vakuum	Stvaranje vakuuma za potrebe rada operacione sale	Kvar pumpe	Nedovoljan postotak vakuuma	Istrosenost brtvi
4	2	Kompresor za visokokomprimirani zrak	Kompresija medicinskog zraka na 10 bar	Nedovoljna razina kompresije	Neomogućen rad busilica u ortopediji	Istrosenost brtvi
5	2	Kompresor za tehnički zrak	Kompresija tehničkog zraka za potrebe sterilizacije pribora	Nedovoljna razina kompresije	Neomogućena sterilizacija medicinskog pribora	Istrosenost brtvi i filtera

Slika 34. Prikaz sustava unutar odjela tehničke službe

Šifra	Šifra dijela	Naziv dijela	Učestalost pojave	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika (RPN)
1	1	Centralni kotao	5	7	8	280
2	2	Bojleri za sanitarnu vodu	6	8	9	432
3	4	Kompresor za visokokomprimirani zrak	8	9	2	144
4	4	Kompresor za visokokomprimirani zrak	7	7	7	343

Slika 35. Prikaz analize rizika za pojedine sustave

U Web formi za prikaz analize rizika prikazuju se tri varijable za izračun općeg pokazatelja rizika (RPN): učestalost pojave, stupanj jakosti i teškoća otkrivanja. Očitavanjem pojedinih sustava odnosno Šifre dijela i Naziva dijela korisnik unosi ove tri vrijednosti te informacijski sustav automatski izračunava Opći pokazatelj rizika (RPN) umnoškom varijabli učestalosti, jakosti i teškoće otkrivanja.


Korisnik potom može pritiskom na '*Opći pokazatelj rizika (RPN)*' rangirati rizike prema njihovoj vrijednosti od najmanjeg prema najvećem i suprotno. Time se olakšava uvid u kritične rizike te se prema rangu određuje prema kojim sustavima je potrebno primjeniti zahvate.



ID: 1  
 Sifra\_zahvata: 1  
 Naziv\_zahvata: Tjedna vizualna inspekcija  
 Opis\_zahvata: Detaljna inspekcija pomoću lampe  
 Vremenski\_period: Jednom tjedno  
 Datum\_otvaranja: 1.1.2017. 0:00:00  
[Edit](#) [Delete](#) [New](#)

1 2 3 4

Šifra	Naziv	Opis zahvata	Vremenski period	Datum otvaranja
1	Tjedna vizualna inspekcija	Detaljna inspekcija pomoću lampe	Jednom tjedno	1.1.2017. 0:00:00
2	Dnevna vizualna inspekcija	Dnevni opći pregled svih dijelova i popunjavanje izvještaja	Jednom dnevno	3.1.2017. 0:00:00
3	Izmjena filtera	Izmjena filtera na kompresorima	Svaki šest mjeseci	6.6.2017. 0:00:00
4	Izmjena brtvi	Izmjena brtvi duž plinskog razvoda	Jednom godišnje	1.1.2018. 0:00:00



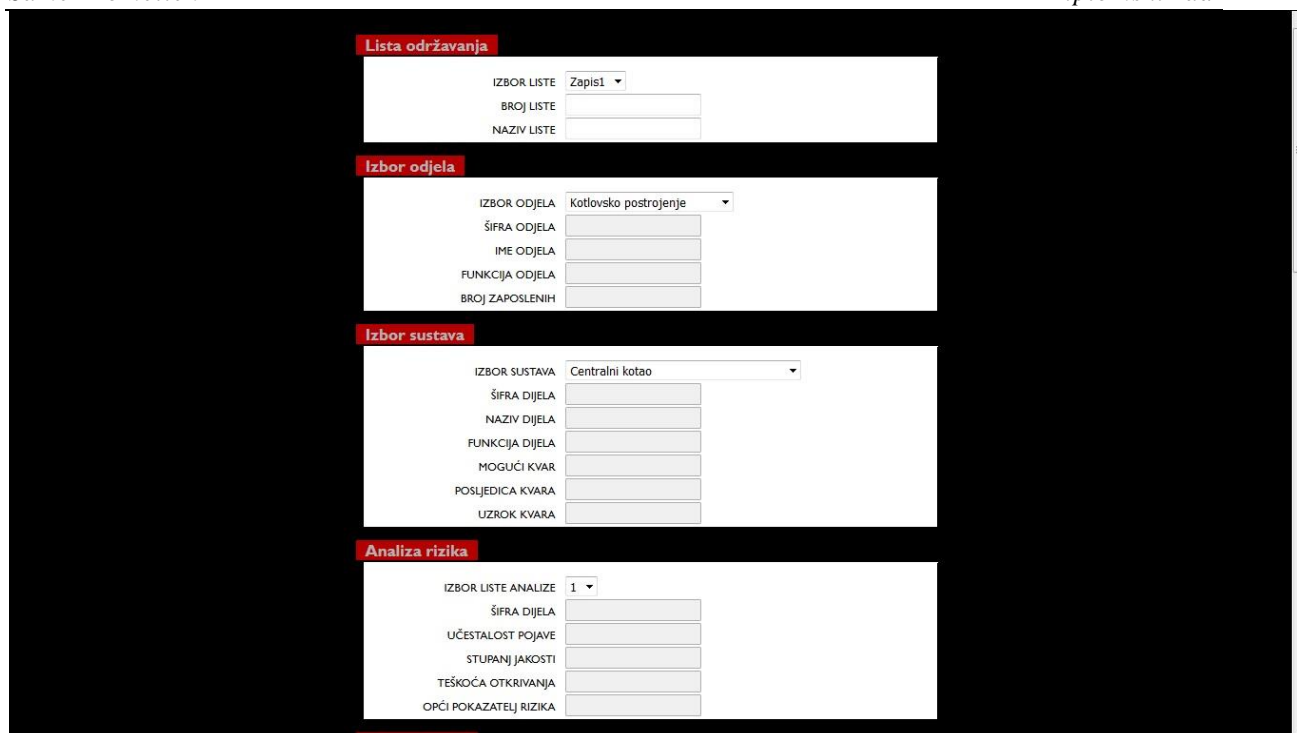
Slika 36. Prikaz zahvata tehničke službe

U Web formi zahvati nalaze se preporučeni zahvati tehničke službe te su unešeni zahvati koje služba održavanja redovito primjenjuje. Korisnici u službi održavanja mogu dodavati nove zahvate pri čemu moraju ispuniti naziv i opis zahvata te u skladu s metodologijom preventivnog održavanja ispuniti u kojem se vremenskom periodu zahvat mora ponoviti te kada je prvi put izvršen.

Nakon unosa svih podataka o pojedinim odjelima, rizicima i zahvatima, moguće je ispuniti zadnju Web formu 'Ispis' na kojoj se prikazuju svi unešeni podatci. Web forma se sastoji od pojedinih odjeljaka u koju se za početak unosi naziv i šifra zapisa (što je zapravo identifikacija u listi održavanja) te svi elementi FMEA tabele.

Prazna lista prikazana je na Slikama 37 i 38.





**Lista održavanja**

IZBOR LISTE: Zapis1  
 BROJ LISTE:  
 NAZIV LISTE:

**Izbor odjela**

IZBOR ODJELA: Kotlovsko postrojenje  
 ŠIFRA ODJELA:  
 IME ODJELA:  
 FUNKCIJA ODJELA:  
 BROJ ZAPOSLENIH:

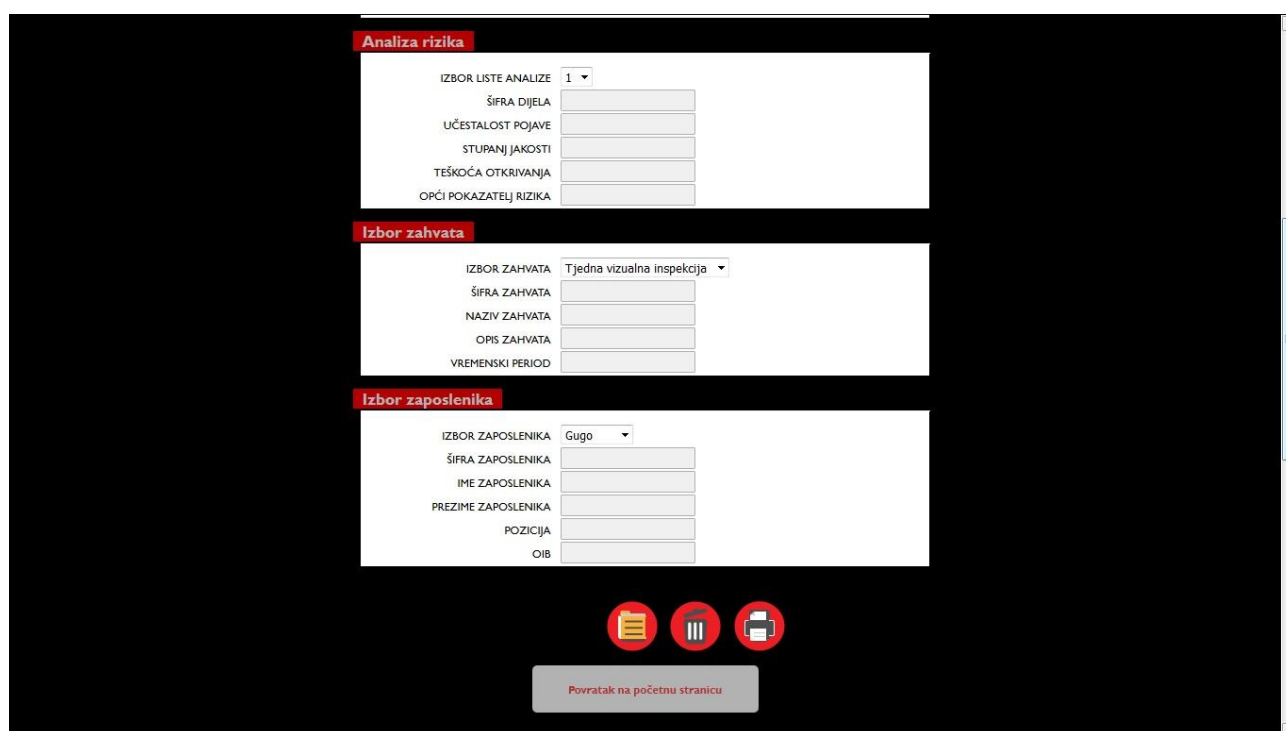
**Izbor sustava**

IZBOR SUSTAVA: Centralni kotao  
 ŠIFRA DIJELA:  
 NAZIV DIJELA:  
 FUNKCIJA DIJELA:  
 MOGUĆI KVAR:  
 POSLJEDICA KVARA:  
 UZROK KVARA:

**Analiza rizika**

IZBOR LISTE ANALIZE: 1  
 ŠIFRA DIJELA:  
 UČESTALOST POJAVE:  
 STUPANJ JAKOSTI:  
 TEŠKOĆA OTKRIVANJA:  
 OPĆI POKAZATELJ RIZIKA:

Slika 37. FMEA lista 1



**Analiza rizika**




IZBOR LISTE ANALIZE: 1  
 ŠIFRA DIJELA:  
 UČESTALOST POJAVE:  
 STUPANJ JAKOSTI:  
 TEŠKOĆA OTKRIVANJA:  
 OPĆI POKAZATELJ RIZIKA:

**Izbor zahvata**

IZBOR ZAHVATA: Tjedna vizualna inspekcija  
 ŠIFRA ZAHVATA:  
 NAZIV ZAHVATA:  
 OPIS ZAHVATA:  
 VREMENSKI PERIOD:

**Izbor zaposlenika**

IZBOR ZAPOSLENIKA: Gugo  
 ŠIFRA ZAPOSLENIKA:  
 IME ZAPOSLENIKA:  
 PREZIME ZAPOSLENIKA:  
 POZICIJA:  
 OIB:

Povratak na početnu stranicu

Slika 38. FMEA lista 2

Pritiskom na padajući izbornik korisnik može izabrati neki od unešenih podataka u prethodnim Web formama, gdje se potom automatski ispunjavaju ostala polja. Ispunjavanjem

polja Broj liste i Naziv liste te odabirom željenih kombinacija korisnik može spremiti Zapis pritiskom na tipku označenu dokumentom, što u konačnici označuje ispunjenu FMEA tabelu.

The screenshot displays a web application for FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) list management. It consists of five main sections, each with a red header:

- Lista održavanja:** Contains input fields for 'IZBOR LISTE' (set to 'Zapis2'), 'BROJ LISTE' (set to '2'), and 'NAZIV LISTE' (set to 'Zapis2').
- Izbor odjela:** Contains input fields for 'IZBOR ODJELA' (set to 'Kotlovsko postrojenje'), 'ŠIFRA ODJELA' (set to '2'), 'IME ODJELA' (set to 'Kompresorsko postrojer'), 'FUNKCIJA ODJELA' (set to 'Kompresija zraka'), and 'BROJ ZAPOSLENIH' (set to '2').
- Izbor sustava:** Contains input fields for 'IZBOR SUSTAVA' (set to 'Centralni kotao'), 'ŠIFRA DIJELA' (set to '2'), 'NAZIV DIJELA' (set to 'Bojleri za sanitarnu vodu'), 'FUNKCIJA DIJELA' (set to 'Zagrijavanje sanitarne v'), 'MOGUĆI KVAR' (set to 'Pojava kamenca'), 'POSLEDICA KVARA' (set to 'Nedostatak sanitarne vo'), and 'UZROK KVARA' (set to 'Istrosenost filtera').
- Analiza rizika:** Contains input fields for 'IZBOR LISTE ANALIZE' (set to '1'), 'ŠIFRA DIJELA' (set to '2'), 'UČESTALOST POJAVE' (set to '6'), 'STUPANJ JAKOSTI' (set to '8'), 'TEŠKOĆA OTKRIVANJA' (set to '9'), and 'OPĆI POKAZATELJ RIZIKA' (set to '432').
- Izbor zahvata:** This section is partially visible at the bottom of the screenshot.

**Slika 39. Prikaz ispunjene FMEA liste**

Nakon ispunjenja FMEA liste i spremanjem Zapisa, korisnik može otvaranjem padajućeg izbornika izabrati neki od postojećih Zapisa čime se automatski ispunjavaju sva polja. Korisnik potom može zapis ili izbrisati pritiskom na tipku označenu košem za smeće ili isprintati zapisom pritiskom na tipku označenu pisačem, čime se otvara novi pdf dokument sa odabranim zapisom.

Informacijski sustav prikazan u prethodnim poglavljima zamišljen je u svrhu svakodnevne upotrebe u tehničkoj službi te se njime mogu koristiti zaposlenici tehničke službe kako bi vodili dnevnik održavanja te izrađivali FMEA tabele. Prikazan informacijski sustav koristio bi se godinu dana s ciljem prikupljanja podataka nakon čega bi se sustav izmjenio te prilagodio procesu prediktivne analitike prikazanom na početku poglavlja.

## 8. ZAKLJUČAK

Procesom upravljanja rizicima moguće je smanjiti negativan utjecaj i posljedice rizika na poslovne procese. Pri tome veliku važnost imaju metodologije analize rizika koje analiziraju sustav i određuju kvantitativne vrijednosti pojedinih rizika kako bi se oni mogli lakše interpretirati.

Primjenom FMEA analize u tehničkim sustavima, primjerice u bolnici, moguće je vrlo brzo i lako uvidjeti koji dijelovi sustava su kritični i zahtijevaju temeljitije održavanje takvih sustava. Svrha analize i upravljanja rizika je i uvođenje sustava preventivnog održavanja kako bi se rizici što više umanjili i povećala sigurnost sustava.

Nakon primjene FMEA analize unutar tehničke službe Opće bolnice „Hrvatski ponos“ u Kninu dobiveni su rezultati odnosno opći pokazatelji rizika o pojedinim odjelima. Iz rezultata je moguće uvidjeti da se većina rizika nalazi unutar zadovoljavajućih granica opasnosti ( $10 < RPN < 100$ ) te se izdvajaju tri rizika sa povećanom granicom opasnosti: Dizel električni agregati ( $RPN = 100$ ), Sustav za centralni vakuum ( $RPN = 126$ ) i Kisikana za medicinske plinove ( $RPN = 160$ ). Potrebno je dodatno komentirati kako je opći pokazatelj rizika za Kisikanu za medicinske plinove vrlo visok te se taj sustav smatra kritičnim za rad bolnice iz razloga što nije moguće izvršiti nijednu operaciju u sali bez kisika i dušičnog oksidula. Takav rizik prepoznat je i od službe održavanja te se u kisikani već nalazi alarmni sustav koji obavještava službu održavanja o funkcionalnosti kisikane.

Osim analize sustava predložena su i određena poboljšanja sustava, od kojih je primarno uvođene preventivnog održavanja za kritične sustave (Dizel električne agregate, Sustava za centralni vakuum te Kisikane za medicinske plinove).

Uvođenje preventivnog održavanja temelji se na implementaciji informacijskog sustava za provođenje FMEA analize unutar kojega se prikupljaju podatci o provedenim analizama sustava te se u konačnici nakon nekog vremena može uspostaviti sustav prediktivne analitike koji će zaposlenicima održavanja pružiti značajnu podršku u procesu donošenja odluke i praćenju sustava.

U konačnici, uvođenjem preventivnog održavanja tehničkih sustava bolnice povećava se i sigurnost rada bolnice što u konačnici znači da se povećava i sigurnost pacijenata što je primarni cilj rada bolnice.

## LITERATURA

- [1] Pongrac, B., Majić, T.: *Business Risk Management*, Technical Journal 9, 1(2015), 94-9.
- [2] Vujović, R.: *Upravljanje rizicima i osiguranje*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2009.
- [3] Miloš Sprčić, D.: *Upravljanje rizicima*, Sinergija-nakladništvo, Zagreb, 2013.
- [4] <http://www.lectromec.com/understanding-wire-failure-risk-levels-for-aircraft-ewis/>  
(28.03.2017)
- [5] Slakoper, Z., Kačer, H., Luttenberger, A.: *Osnove prava trgovačkih ugovora i vrijednosnih papira*, Mikrorad, Zagreb, 2009.
- [6] Gustavson, T.: *Risk Management and Insurance*, 10th edition, South – Western College Publishing, 1998.
- [7] <http://www.crosig-trecistup.hr/default.aspx?id=123> (06.04.2017.)
- [8] Williams, C.A., Heins, R.M.: *Risk Management and Insurance*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.
- [9] Perhot, D.: *Upravljanje rizicima metodom analitičko hijerarhijskog procesa*, magistarski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.
- [10] <http://www.hzn.hr/default.aspx?id=55> (31.05.2017.)
- [11] <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/948-pdca-krug>  
(31.05.2017.)
- [12] Udovičić, A., Kadlec Ž.: *Analiza rizika upravljanja poduzećem*, pregledni rad, UDK 658:330.3, Veleučilište u Šibeniku, Šibenik, 2013.
- [13] <https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/7340/1/ren80.pdf> (03.06.2017.)
- [14] [http://www.ef.uns.ac.rs/Download/menadzment\\_rizikom\\_master/2009-11-05\\_teorija\\_rizika.pdf](http://www.ef.uns.ac.rs/Download/menadzment_rizikom_master/2009-11-05_teorija_rizika.pdf) (03.06.2017.)
- [15] Drljača M., Bešker M.: *Održivi uspjeh i upravljanje rizicima poslovanja*, Centar za kvalitet Crne Gore i časopis Kvalitet, Br. 7-8, Poslovna politika, Beograd, Tivat, 2010.
- [16] Ritz, I.: *Metode upravljanja rizicima po standardu ISO 31010*, BCM – Adriatic – 2013, Regionalna konferencija o upravljanju kontinuitetom poslovanja, Jastrebarsko, 2013.
- [17] Topić, T., Kožuh, D.: *FMEA metoda u izradi analize rizika za ustanove koje koriste industrijski rendgen i gama uređaje*, stručni rad, *HDKBR INFO Magazin*, 3(3), 15-15, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2013.

- 
- [18] <http://www.ef.unibl.org/upload/3258189-menadment-kvaliteta-vjebe-broj-9-fmea-analiza-2016-12-29.pdf> (03.06.2017)
- [19] <http://www.ef.unibl.org/upload/3258189-menadment-kvaliteta-vjebe-broj-9-fmea-analiza-2016-12-29.pdf> (03.06.2017)
- [20] Runje, B.: *Osnove osiguranja kvalitete*, predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2017.
- [21] [http://braniteljski-portal.hr/var/ezflow\\_site/storage/images/novosti/drustvo/hrvatski-ponos-u-planu-veteranska-bolnica-u-kninu/120625-1-cro-HR/HRVATSKI-PONOS-U-planu-Veteranska-bolnica-u-Kninu.jpg](http://braniteljski-portal.hr/var/ezflow_site/storage/images/novosti/drustvo/hrvatski-ponos-u-planu-veteranska-bolnica-u-kninu/120625-1-cro-HR/HRVATSKI-PONOS-U-planu-Veteranska-bolnica-u-Kninu.jpg) (17.06.2017.)